कक्षा 8 के लिए पाठ्यपुस्तक

लेखक

के.एम.पंत आर. जोशी
जे.एस. गिल एस.सी. आगरकर
एस.सी.जैन वी.पी.श्रीवास्तव

संपादक

आर.डी.शुक्ला के.एम.पंत आर. जोशी

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

प्रथम संस्करण

फरवरी 2004 फाल्गुन 1925

PD 150T RP

ISBN 81-7450-270-X

एन.सी.ई.आर.टी. के प्रकाशन विभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नई दिल्ली 110 016

108, 100 फीट रोड
हेली एक्सटेंशन, होस्डेकेरे
बनाशंकरी III इस्टेज
बैंगलूर 560 085

नवजीवन ट्रस्ट भवन
डाकघर नवजीवन
अहमदाबाद 380 014

सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस
निकट: धनकल बस स्टॉप
पनिहटी
कोलकाता 700 114

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लैक्स
मालीगांव
गुवाहाटी 781021

प्रकाशन सहयोग

संपादन राजपाल

उत्पादन विकास ब. मेश्राम

रु. 30.00

एन.सी.ई.आर.टी. वाटरमार्क 80 जी.एस.एम. पेपर पर मुद्रित।

प्रकाशन विभाग में सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नई दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशित तथा पंकज प्रिंटिंग प्रेस, डी-28, इंडस्ट्रियल एरिया, साइट ए, मथुरा द्वारा मुद्रित।

प्राक्कथन

राष्ट्रीय शिक्षा नीति--1986 ने सामान्य शिक्षा के एक अभिन्न अंग के रूप में विज्ञान के पठन-पाठन की आवश्यकता पर बल दिया है। शिक्षा नीति में यह स्पष्टतः उल्लिखित है कि इस स्तर पर विज्ञान की शिक्षा विभिन्न शाखाओं के रूप में न होकर केवल एक विषय के रूप में दी जाए। तथापि, गत सत्रह वर्षों के दौरान उचित परिप्रेक्ष्य में विज्ञान के अधिगम में विशेषकर समाज के साथ इसकी प्रासंगिकता की दृष्टि से, अत्यधिक परिवर्तन हुआ है। प्रौद्योगिकी की हर क्षेत्र में उन्नति ने बच्चों को इस प्रकार की शिक्षा प्रदान करना अनिवार्य बना दिया है जो विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज में परस्पर स्पष्ट रूपेण संबंध स्थापित कर सके और इस प्रकार के प्रौद्योगिकी--आधारित समाज में प्रभावपूर्ण ढंग से जीवनयापन के लिए आवश्यक ज्ञान एवम् कौशल प्रदान करने में सक्षम हो।

प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक जो कि कक्षा 6 और 7 के लिए विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी की पाठ्यपुस्तक की सांतत्यक है, राष्ट्रीय शिक्षा नीति पर आधारित, *विद्यालयी शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा--2000*, में निरूपित आकांक्षाओं की पूर्ति हेतु विकसित की गई है। इस पुस्तक द्वारा विज्ञान और प्रौद्योगिकी को प्रस्तुत करने हेतु वर्तमान मानवीय कार्यकलापों के अधिकांश क्षेत्रों को सम्मिलित करने का सार्थक प्रयास किया गया है। वांछित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए पिछली पुस्तक से कुछ लुप्तप्राय विषयों को हटा कर इस पुस्तक में कुछ अन्य विषयों को शामिल किया गया है, जैसे विश्व, पदार्थों का रूपांतरण, परमाणु की संरचना, कोशिका--संरचना एवम् प्रकार्य, सूक्ष्मजीव और खाद्य उत्पादन एवम् प्रबंधन।

पुस्तक में सम्मिलित विषय-वस्तु और सुझाए गए क्रियाकलापों को समकालीन संदर्भों और कौशलों एवम् अभिवृत्तियों को विकसित कर ज्ञान प्रदान करने के लिए संगठित किया गया है। हमारे देश की विभिन्न आवश्यकताओं, व्यापक विद्यालयी पद्धतियों की पृष्ठभूमि और पर्यावरण के अनुकूल सुझाए गए क्रियाकलापों से पाठ्य-सामग्री को विकसित करने का एक सार्थक प्रयास किया गया है। विषय-वस्तु को सरल भाषा में प्रस्तुत करने पर विशेष ध्यान दिया गया है। विद्यार्थियों पर अबोध्य विषय-वस्तु के भार को कम करने के लिए जहाँ आवश्यक हुआ इस पाठ्यपुस्तक में शब्दों के स्थान पर रंगीन चित्रों का उपयोग किया गया है।

इस पुस्तक का प्रथम प्रारूप विशेषज्ञों के एक ऐसे समूह द्वारा विकसित किया गया जिन्हें अध्यापन और अनुसंधान का व्यापक अनुभव प्राप्त है। तत्पश्चात्, एक कार्यशाला में इस प्रारूप का पुनरीक्षण किया गया जिसमें शिक्षकों और विषय-विशेषज्ञों द्वारा विषय-वस्तु एवम् उसके प्रस्तुतीकरण की समीक्षात्मक विवेचना की गई। पुनरीक्षण कार्यशाला में प्राप्त टिप्पणियों और सुझावों पर लेखकों द्वारा विचार किया गया और प्रारूप को उपयुक्त रूप से संशोधित किया गया।

लेखन मंडल ने विज्ञान की पूर्व पाठ्यपुस्तक के प्रयोक्ताओं से प्राप्त सुझावों और पुनर्निवेशन का भी उपयोग किया है। वर्तमान पुस्तक के विकास में आवश्यकतानुसार परिषद् द्वारा पूर्व प्रकाशित पाठ्यपुस्तक के संदर्भों का भी उपयोग किया गया है। प्रस्तुत पुस्तक में सुधार के लिए सुझावों का स्वागत है।

मैं लेखन मंडल के सदस्यों, इसके अध्यक्ष, संपादकों, समीक्षकों और उनसे संबद्ध संस्थानों को इस पुस्तक को तैयार करने के लिए धन्यवाद ज्ञापित करता हूँ।

जगमोहन सिंह राजपूत
निदेशक
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली
सितंबर, 2003

आमुख

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान को अब तक सामान्य शिक्षा के एक अंग के रूप में पढ़ाया जाता रहा है। इसका शिक्षण एक विषय के रूप में किया जाता है। अब यह अनुभव किया जा रहा है कि प्रौद्योगिकी हमारे जीवन की गुणवत्ता को अधिकाधिक प्रभावित कर रही है। अत: हमारे दैनिक जीवन में प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग में विज्ञान के विभिन्न सिद्धांतों की भूमिका पर बल देने के लिए उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान पाठ्यक्रम में प्रौद्योगिकी के घटक को सम्मिलित करने की आवश्यकता महसूस की गई।

उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान की इस पाठ्यपुस्तक में सुधार करने तथा अद्यतन करने का वर्तमान प्रयास, प्रयोक्ता समूहों से उपलब्ध पुनर्निवेशन, ज्ञान की नवीन विचारधारा के आविर्भाव और विज्ञान-संबंधित मूल्यों के आधार पर किया गया।

उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षण से संबद्ध अध्यापकों, शिक्षाविदों, विभिन्न माध्यमिक शिक्षा बोर्डों द्वारा नामित व्यक्तियों, विभिन्न राज्यों/ संघशासित प्रदेशों के शिक्षा निदेशालयों एवम् एस.सी.ई.आर.टी. के प्रतिनिधियों, सामान्यजन और विश्वविद्यालयों, महाविद्यालयों और परिषद् के संकाय सदस्यों के साथ विभिन्न स्तर पर की गई चर्चाओं से पाठ्यचर्या के संबंध में उभर कर आए कुछ प्रमुख विचार इस प्रकार हैं:

- पाठ्यचर्या को सामाजिक परिवेश और जन्म से संबद्ध पूर्वाग्रहों को निष्प्रभावित करके समानता की भावना के प्रति जागरूकता का सृजन करने योग्य होना चाहिए।
- बालिका शिक्षा की प्रासंगिकता।
- पर्यावरण के संरक्षण और ऊर्जा के प्राकृतिक स्रोतों का विवेकसम्मत उपयोग।
- देशीय ज्ञान और प्राचीन काल से अब तक विज्ञान और गणित में भारत के योगदान का समुचित समावेश।
- दैनिक जीवन में विज्ञान के प्रौद्योगिकी प्रेरित अनुप्रयोगों की भूमिका।
- द्रुतगामी सूचना-प्रसार एवम् संचार से संबंधित प्रौद्योगिकी की चुनौतियों का सामना करना।
- अप्रचलित और अनावश्यक विषय-वस्तु को हटाकर पाठ्यचर्या के बोझ में कमी तथा माध्यमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षण के लिए आवश्यक ज्ञान एवम् कौशल प्रदान करना।
- सौंदर्यपरक संवेदनशीलता का विकास और सभी सजीव वस्तुओं के प्रति संवेदना की भावना का विकास।

प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक की विषय-वस्तु को विकसित करते समय निम्नलिखित बिंदुओं को विशेषरूप से ध्यान में रखा गया है:

(i) इस स्तर पर विज्ञान एवम् प्रौद्योगिकी के शिक्षण के लिए समाविष्ट संकल्पनाओं तथा विषय-वस्तु को एक नवीन स्वरूप दिया गया है और इन्हें एक विषय के रूप में प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है।

(ii) विभिन्न शीर्षकों के अंतर्गत विषय-वस्तु का चयन करते समय न्यूनतम अधिगम स्तर के कुछ अवयवों को सम्मिलित करने का प्रयास किया गया है। उदाहरणार्थ, विश्व, पदार्थों का रूपांतरण, विद्युत तथा चुंबकत्व, और खाद्य उत्पादन एवम् प्रबंधन जैसे विषयों का समावेश इसी दृष्टि से किया गया है।

(iii) इस स्तर हेतु उपयुक्त कुछ वैज्ञानिक सिद्धांतों से संबद्ध प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोगों के समाकलन द्वारा विद्यार्थियों में वैज्ञानिक एवम् प्रौद्योगिकीय साक्षरता विकसित करने पर बल दिया गया है।

(iv) विषय-वस्तु को इस ढंग से एवम् ऐसी भाषा में प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है जो उच्चतर प्राथमिक स्तर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षार्थियों को जीवन संबंधी कुछ मूल्यों को विकसित करने के अवसर प्रदान कर सके।

(v) प्रस्तुत पठन-सामग्री में अनेक क्रियाकलाप सम्मिलित किए गए हैं जिन्हें विद्यार्थी स्वयं कर सकते हैं। इनमें से अधिकांश क्रियाकलाप सरल हैं और इन्हें कम लागत एवम् देशी सामग्री का उपयोग करके विद्यालय अथवा घर में कार्यान्वित किया जा सकता है।

पाठ्यचर्या के बोझ को कम करने तथा विषय-वस्तु को भली-भाँति समझाने के लिए पठन-सामग्री में चित्रों का यथोचित समावेश किया गया है। प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक में छात्रों में विज्ञान के अध्ययन के प्रति रुचि बढ़ाने के लिए कुछ विशिष्ट वैज्ञानिकों के जीवन तथा कार्य का उल्लेख भी किया गया है।

मूल्यांकन को सुगम बनाने के लिए प्रत्येक अध्याय के परिच्छेदों के बाद तथा अंत में विविध प्रकार के प्रश्न दिए गए हैं। शिक्षार्थियों और अध्यापकों के तात्कालिक संदर्भ के लिए प्रत्येक अध्याय के अंत में प्रमुख शब्दों की सूची और सारांश दिए गए हैं।

लेखन मंडल

एल.एस. कोठारी (**अध्यक्ष**)
पूर्व विभागाध्यक्ष
भौतिकी और खगोल भौतिकी विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय
दिल्ली

एस.सी. आगरकर
रिसर्च साइंटिस्ट
होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र
टी.आई.एफ.आर., मनखुर्द
मुम्बई, महाराष्ट्र

एन सी ई आर टी संकाय
विज्ञान एवम् गणित शिक्षा विभाग
जे.एस. गिल, *प्रोफेसर*
एस.सी. जैन, *प्रोफेसर*
वी.पी. श्रीवास्तव, *रीडर*
आर. जोशी, *लेक्चरार*
के.एम. पंत, *रीडर* (**समन्वयक**)

गांधी जी का जंतर

तुम्हें एक जंतर देता हूँ। जब भी तुम्हें संदेह हो या तुम्हारा अहम् तुम पर हावी होने लगे, तो यह कसौटी आज़माओ :

जो सबसे गरीब और कमज़ोर आदमी तुमने देखा हो, उसकी शक्ल याद करो और अपने दिल से पूछो कि जो कदम उठाने का तुम विचार कर रहे हो, वह उस आदमी के लिए कितना उपयोगी होगा। क्या उससे उसे कुछ लाभ पहुँचेगा? क्या उससे वह अपने ही जीवन और भाग्य पर कुछ काबू रख सकेगा? यानी क्या उससे उन करोड़ों लोगों को स्वराज्य मिल सकेगा, जिनके पेट भूखे हैं और आत्मा अतृप्त है?

तब तुम देखोगे कि तुम्हारा संदेह मिट रहा है और अहम् समाप्त होता जा रहा है।

मो० क० गांधी

हिंदी रूपांतरण की समीक्षा कार्यगोष्ठी के सदस्य

सुनीता मल्होत्रा
स्कूल ऑफ साइंस
इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदान गढ़ी, नई दिल्ली

जे.पी. अग्रवाल
प्रधानाचार्य (सेवानिवृत्त)
शिक्षा निदेशालय, दिल्ली सरकार
राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली

आर.जी. शर्मा
क्षेत्रीय सलाहकार (विज्ञान)
विज्ञान शाखा
शिक्षा निदेशालय, दिल्ली सरकार
राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, लाजपत नगर-IV
नई दिल्ली

के.के. तिवारी
प्रोफेसर
एम.पी. भोज मुक्त विश्वविद्यालय
जबलपुर, मध्य प्रदेश

आर.एस. दास
उप प्रधानाचार्य
बी.आर. मेहता विद्या भवन उच्चतर माध्यमिक विद्यालय
लाजपत नगर, नई दिल्ली

जी.सी.मिश्रा
ग्रामीण विकास प्रौद्योगिकी केंद्र
आई.आई.टी.
नई दिल्ली

एन सी ई आर टी संकाय

विज्ञान एवम् गणित शिक्षा विभाग

आर.डी. शुक्ला, *प्रोफेसर एवम् विभागाध्यक्ष*
जे.एस. गिल, *प्रोफेसर*
वी.पी. श्रीवास्तव, *रीडर*
आर.जोशी, *लेक्चरार*
एस.सी.जैन, *प्रोफेसर*
के.एम. पंत, रीडर (**समन्वयक**)

हिंदी रूपांतर

सुनीता मल्होत्रा
जे.पी. अग्रवाल
आर.जी. शर्मा
के.के. तिवारी
आर.एस. दास
जी.सी. मिश्रा

भारत का संविधान

भाग 4 क

नागरिकों के मूल कर्तव्य

अनुच्छेद 51 क

मूल कर्तव्य - भारत के प्रत्येक नागरिक का यह कर्तव्य होगा कि वह -

(क) संविधान का पालन करे और उसके आदर्शों, संस्थाओं, राष्ट्रध्वज और राष्ट्रगान का आदर करे,

(ख) स्वतंत्रता के लिए हमारे राष्ट्रीय आंदोलन को प्रेरित करने वाले उच्च आदर्शों को हृदय में संजोए रखे और उनका पालन करे,

(ग) भारत की संप्रभुता, एकता और अखंडता की रक्षा करे और उसे अक्षुण्ण बनाए रखे,

(घ) देश की रक्षा करे और आह्वान किए जाने पर राष्ट्र की सेवा करे,

(ङ) भारत के सभी लोगों में समरसता और समान भ्रातृत्व की भावना का निर्माण करे जो धर्म, भाषा और प्रदेश या वर्ग पर आधारित सभी भेदभावों से परे हो, ऐसी प्रथाओं का त्याग करे जो महिलाओं के सम्मान के विरुद्ध हों,

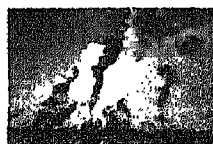
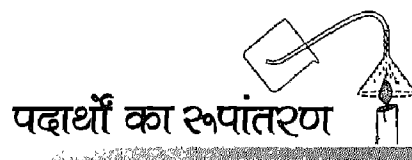
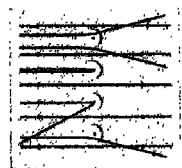
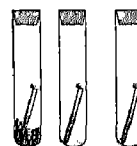
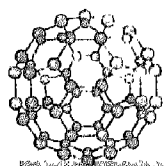
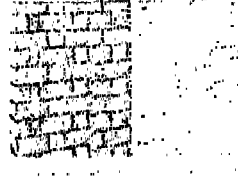
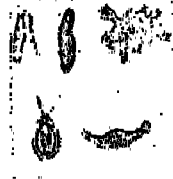
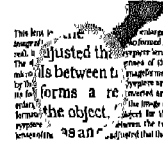
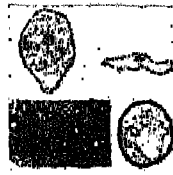
(च) हमारी सामासिक संस्कृति की गौरवशाली परंपरा का महत्त्व समझे और उसका परिरक्षण करे,

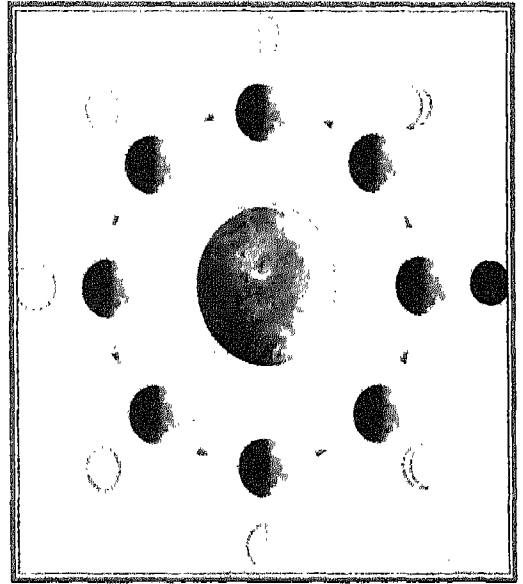
(छ) प्राकृतिक पर्यावरण की, जिसके अंतर्गत वन, झील, नदी और वन्य जीव हैं, रक्षा करे और उसका संवर्धन करे तथा प्राणिमात्र के प्रति दयाभाव रखे,

(ज) वैज्ञानिक दृष्टिकोण, मानववाद और ज्ञानार्जन तथा सुधार की भावना का विकास करे,

(झ) सार्वजनिक संपत्ति को सुरक्षित रखे और हिंसा से दूर रहे, और

(ञ) व्यक्तिगत और सामूहिक गतिविधियों के सभी क्षेत्रों में उत्कर्ष की ओर बढ़ने का सतत् प्रयास करे, जिससे राष्ट्र निरंतर बढ़ते हुए प्रयत्न और उपलब्धि की नई ऊंचाइयों को छू सके।

विषय सूची

अध्याय 1

विश्व

आप पृथ्वी के बारे में पढ़ चुके हैं। आप जानते हैं कि पृथ्वी पर ऐसी विशिष्ट परिस्थितियाँ विद्यमान हैं, जो हमारी अब तक की जानकारी के अनुसार, किसी अन्य ग्रह पर नहीं पाई जातीं। ये विशिष्ट परिस्थितियाँ हैं— पृथ्वी पर वायु, जल, मिट्टी एवम् खनिजों की उपस्थिति तथा उसके ताप का न बहुत अधिक और न बहुत कम होना। ऐसा पृथ्वी पर सूर्य से उपयुक्त मात्रा में ऊर्जा की उपलब्धता के कारण होता है। मुख्यत: इन्हीं विशिष्ट परिस्थितियों के कारण पृथ्वी पर जीवन का प्रारंभ और विकास संभव हुआ।

आप यह भी जानते हैं कि पृथ्वी एकमात्र ऐसा ग्रह है, जिसके बारे में हमें ज्ञान है कि इस पर जीवन विद्यमान है। पृथ्वी, आठ अन्य ग्रहों के साथ सूर्य की परिक्रमा करती है। इस अध्याय में हम सूर्य के इन ग्रहों के विषय में अध्ययन करेंगे। हम सूर्य की परिक्रमा करने वाले कुछ अन्य खगोलीय पिंडों के विषय में भी जानकारी प्राप्त करेंगे।

किसी ऐसी अंधेरी रात में, जब आकाश में न तो बादल हों और न ही चंद्रमा, तब हम आकाश में अनेक तारों को टिमटिमाते हुए देख सकते हैं। इनमें से कुछ तो बहुत चमकीले होते हैं और कुछ इतने धुंधले कि आसानी से दिखाई नहीं पड़ते। प्राचीन काल में, जब किसी भी प्रकार की घड़ियाँ नहीं थीं, तो हमारे पूर्वज आकाश में तारों की स्थिति के आधार पर समय और पृथ्वी पर अपनी स्थिति निर्धारित करते थे। तारों की स्थिति का ज्ञान विशेष रूप से यात्रियों के लिए महत्त्वपूर्ण था क्योंकि इसकी सहायता से वे अपनी यात्रा की दिशा सुनिश्चित करते थे। आजकल हम शायद ही कभी तारों की स्थिति का उपयोग इस उद्देश्य के लिए करते हों, पर फिर भी, इनके विषय में अध्ययन का अपना विशेष महत्त्व है। तारों के अध्ययन से हमें यह जानने में सहायता मिलती है कि विभिन्न खगोलीय पिंड किस प्रकार बने और विश्व किस प्रकार अस्तित्व में आया। इसके विषय में आप उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे।

इस अध्याय में हम तारों के कुछ ऐसे समूहों का भी अध्ययन करेंगे जो आकाश में कोई सुनिश्चित आकृति बनाते प्रतीत होते हैं। आकृति के आधार पर ऐसे कई तारा समूहों के प्रतिरूपों (पैटर्नों) को निश्चित नाम दिए गए हैं। आपने संभवतः राशियों के नाम सुने होंगे। राशियाँ ऐसे ही कुछ तारा समूहों के प्रतिरूपों पर आधारित हैं जिन्हें उनकी आकृति के आधार पर विशिष्ट नाम दिए गए हैं। तथापि राशियों के विषय में आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

आप जानते हैं कि चंद्रमा पृथ्वी का एक प्राकृतिक उपग्रह है। यह निरंतर पृथ्वी की परिक्रमा करता है। आजकल अनेक मानव निर्मित उपग्रह भी पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे हैं। इन उपग्रहों के बहुत से उपयोग हैं। उदाहरण के लिए दूरदर्शन सम्प्रेषण, टेलिफोन एवम् इंटरनेट द्वारा संसार के किसी भी भाग में संदेश भेजना मानव निर्मित उपग्रहों के कारण ही संभव हो सका है। इस अध्याय में हम इनके विषय में कुछ प्राथमिक ज्ञान प्राप्त करेंगे।

1.1 रात्रि का आकाश

दिन के समय केवल सूर्य ही आकाश में दिखाई पड़ता है। तथापि, सूर्यास्त होते ही अंधेरा हो जाता है तथा आकाश हज़ारों चमकीले तारों से भर जाता है। तारों का एक प्रमुख अभिलक्षण यह है कि पृथ्वी से देखने पर वे टिमटिमाते हुए दिखाई पड़ते हैं (चित्र 1.1)। रात्रि में, विशेषकर वर्षा के बाद, यदि आकाश साफ हो तो आप, नंगी आँखों से लगभग 3000 तारे देख सकते हैं। किसी अच्छे दूरदर्शक (दूरबीन) की सहायता से बहुत से अन्य तारों को भी देखा जा सकता है।

चित्र 1.1 रात्रि में आकाश में तारे

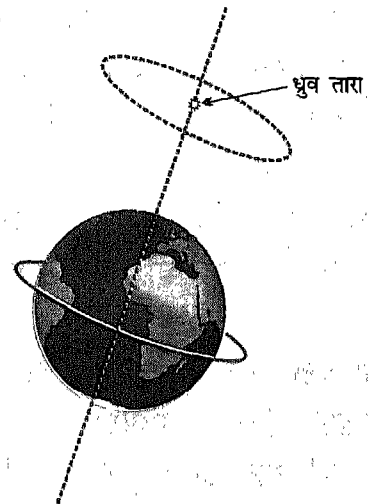
चंद्रमा एक अन्य प्रमुख खगोलीय पिण्ड है जो हमें सामान्यतः रात्रि में दिखाई देता है। आप रात्रि के आकाश में तारों जैसे प्रतीत होने वाले कुछ अन्य पिंड भी देख सकते हैं जो टिमटिमाते प्रतीत नहीं होते। ये ग्रह हैं जो हमारी पृथ्वी की ही भाँति सूर्य की परिक्रमा करते हैं। रात में, यदि आप काफी समय तक आकाश का अवलोकन करें, तो कुछ 'टूटते तारे' भी देख सकते हैं। यदि संयोग से, तारों की पृष्ठभूमि में आप कभी कुछ क्षणों के लिए आकाश में प्रकाश की एक चमकीली रेखा खिंचती हुई देखें तो यह संभावना है कि आपने कोई 'टूटता तारा' देखा है। ग्रहों एवम् 'टूटते तारों' के विषय में आप अगले अनुभाग में जानेंगे। तारे, सूर्य, चंद्रमा, ग्रह, 'टूटते तारे' कुछ ऐसे खगोलीय पिंड हैं जो हमारे विश्व के घटक हैं। आइए, इनमें से प्रत्येक के विषय में कुछ और अधिक जानकारी प्राप्त करें।

तारे

तारे ऐसे खगोलीय पिंड हैं, जो लगातार प्रकाश एवम् ऊष्मा उत्सर्जित करते हैं। अतः, सूर्य भी एक तारा है। सूर्य हमें अधिक बड़ा इसलिए दिखाई पड़ता है क्योंकि यह अन्य तारों की तुलना में पृथ्वी के अधिक निकट है। अन्य तारे हमें बिंदु जैसे इसलिए दिखाई पड़ते हैं क्योंकि वे हमसे बहुत अधिक दूरी पर हैं। यद्यपि कुछ तारे तो सूर्य की तुलना में बहुत बड़े हैं। आप में से कुछ संभवतः यह सोचते होंगे कि तारे केवल रात्रि में ही आकाश में प्रकट होते हैं, परंतु वास्तव में ऐसा नहीं है। दिन के समय आकाश में सूर्य के प्रकाश की दमक के कारण वे हमें दिखाई नहीं देते।

अधिकाँश तारे पृथ्वी से इतनी अधिक दूरी पर हैं कि उनके प्रकाश को भी हम तक पहुँचने में लाखों वर्ष लग सकते हैं। इसलिए तारों की दूरियाँ प्रकाश वर्ष में व्यक्त की जाती हैं। एक प्रकाश वर्ष उस दूरी को कहते हैं जो प्रकाश 3 लाख किलोमीटर प्रति सेकंड की चाल से एक वर्ष में तय करता है। अतः, प्रकाश वर्ष दूरी का मात्रक है और इसका मान $365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 300000$ किलोमीटर के बराबर अर्थात् 9460000000000 km (या 9.4×10^{12} km) है। पृथ्वी से सूर्य की दूरी लगभग 150000000 km है, अर्थात् सूर्य से प्रकाश को पृथ्वी तक पहुँचने में लगभग 8 मिनट 20 सेकंड (8.3 मिनट) लगते हैं। दूसरे शब्दों में, पृथ्वी से सूर्य की दूरी लगभग 8.3 प्रकाश मिनट है। सूर्य के बाद, पृथ्वी के सबसे निकट स्थित तारे का नाम "अल्फा-सेंटॉरी" है जिसकी दूरी लगभग 4.3 प्रकाश वर्ष है।

सूर्य सहित सभी तारे, किसी न किसी खगोलीय पिंड या पिंड समूह की तीव्र गति से परिक्रमा कर रहे हैं। परंतु, उच्च चाल से गतिशील होने पर भी पृथ्वी से देखने पर हमें किन्हीं दो तारों के बीच की दूरी परिवर्तित होती प्रतीत नहीं होती। इसका कारण यह है कि तारे हमसे इतनी अधिक दूरी पर हैं कि उनके बीच की दूरी में होने वाले परिवर्तनों का बोध हमें कुछ वर्षों में, यहाँ तक कि पूरे जीवन काल में भी नहीं हो पाता।

पृथ्वी से हमें ऐसा प्रतीत होता है मानो तारे पूर्व से पश्चिम की ओर गति कर रहे हैं। इसका कारण यह है कि पृथ्वी अपने केंद्र से गुजरने वाले एक काल्पनिक अक्ष के परितः पश्चिम से पूर्व की ओर घूर्णन कर रही है। फिर भी, एक तारा ऐसा है जो हमें स्थिर प्रतीत होता है। यह तारा उत्तर दिशा में स्थित है और इसे हम **ध्रुव तारा या पोल स्टार** कहते हैं। हमारे पूर्वज यात्रा करते समय दिशा ज्ञात करने के लिए ध्रुव तारे का उपयोग सर्वाधिक करते रहे हैं (चित्र 1.2)।

चित्र 1.2 *ध्रुव तारा पृथ्वी के घूर्णन अक्ष के समीप स्थित है*

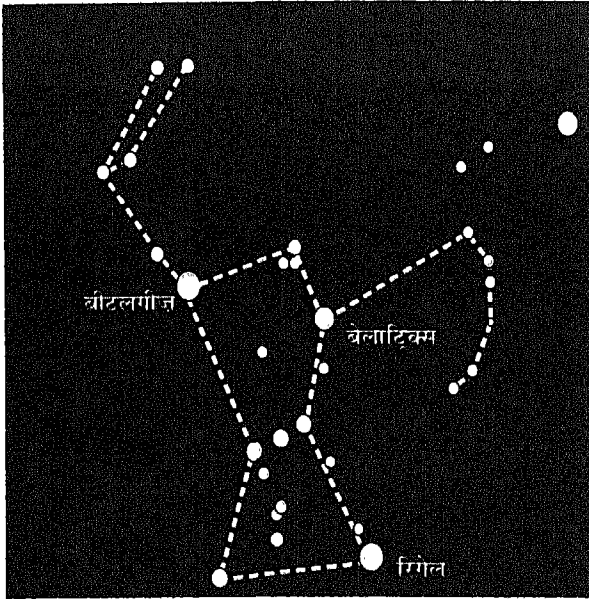
तारा-मण्डल

पृथ्वी से देखने पर तारों का कोई समूह किसी विशेष आकृति का आभास देता प्रतीत होता है। हमारे पूर्वजों ने ऐसे कई तारा-समूहों में कुछ आकृतियों की कल्पना की और उनको विशिष्ट नाम दिए। तारों के किसी ऐसे समूह को **तारा-मण्डल** कहते हैं। कुछ तारा-मण्डलों को तो हम आसानी से पहचान सकते हैं। केवल आपको यह जानकारी होनी चाहिए कि किसी तारा-मण्डल की आकृति कैसी है और इसे रात्रि में आकाश के किस भाग में देखा जा सकता है। कुछ आसानी से पहचाने जा सकने वाले तारा-मण्डल हैं— वृहत-सप्तर्षि या उर्सा मेजर, लघु-सप्तर्षि या उर्सा माइनर एवम् मृग या ओरायन।

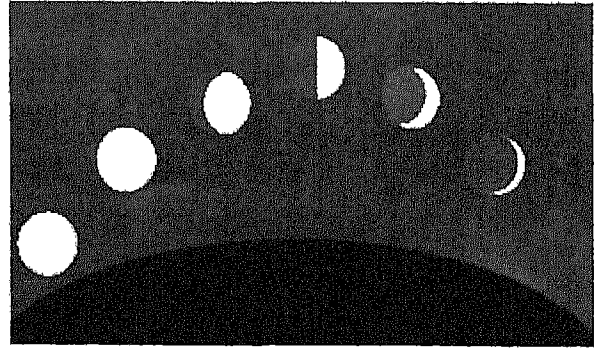
वृहत-सप्तर्षि नामक तारा-मण्डल में बहुत से तारे हैं जिसमें सात सर्वाधिक चमकदार तारे हैं जो आसानी से दिखाई देते हैं। इन तारों से बना तारा-मण्ड्ल सामान्यतया वृहत-सप्तर्षि या **बिग डिपर** कहलाता है। बिग डिपर के सात प्रमुख तारे किसी बड़ी करछुल या प्रश्न चिह्न जैसी आकृति बनाते प्रतीत होते हैं (चित्र 1.3)। करछुल के शीर्ष भाग पर स्थित दो तारे **संकेतक तारे** कहलाते हैं क्योंकि इनको मिलाने वाली रेखा ध्रुव तारे की ओर संकेत करती है तथापि वृहत-सप्तर्षि, तारा-मण्डल के सभी तारों को देख पाना कठिन होता है। तारा-मण्डल लघु-सप्तर्षि (स्माल डिपर) में भी अधिक चमक वाले सात प्रमुख तारे हैं (चित्र 1.3)। ध्रुव तारा लघु-सप्तर्षि (स्माल डिपर) के हैंडल के सिरे पर स्थित होता है। पृथ्वी के

चित्र 1.3 वृहत-सप्तर्षि एवम् लघु-सप्तर्षि में तारों की सापेक्ष स्थितियाँ

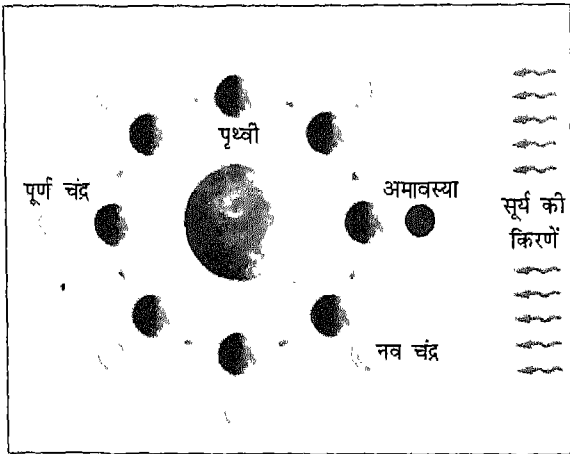
उत्तरी गोलार्ध में इस तारा-मण्डल को प्रायः बसंत ऋतु में देखा जा सकता है।

मृग या ओरायन एक अन्य तारा-मण्डल है जिसे शीत-ऋतु में देखा जा सकता है। मृग आकाश के सर्वाधिक भव्य तारा-मण्डलों में से एक है। इसमें भी सात चमकीले तारे हैं। जिनमें से चार किसी चतुर्भुज की आकृति बनाते प्रतीत होते हैं। इस चतुर्भुज के एक कोने पर सबसे विशाल तारों में एक बीटलगीज़ नाम का तारा स्थित है जबकि दूसरे विपरीत कोने पर रिगेल नामक अन्य चमकदार तारा स्थित है। मृग के अन्य तीन प्रमुख तारे तारा-मंडल के मध्य में एक सरल रेखा में अवस्थित हैं (चित्र 1.4)। रात्रि के समय आकाश में इन तारा-मण्डलों को पहचानने का प्रयास कीजिए।

चित्र 1.4 मृग तारा-मण्डल में प्रमुख तारों की सापेक्ष स्थिति

चंद्रमा

आकाश में सूर्य को छोड़कर अन्य सभी खगोलीय पिंडों की तुलना में चंद्रमा सबसे अधिक चमकदार दिखाई देता है। पूर्णिमा की रात में आप चंद्रमा की संपूर्ण डिस्क देख सकते हैं। इसके बाद चंद्रमा के चमकदार भाग की आकृति प्रतिदिन घटती जाती है। पंद्रहवें दिन चंद्रमा हमें दिखाई नहीं देता। इसे अमावस्या की रात कहते हैं। इससे अगली रात्रि में आकाश में नवचंद्र प्रकट होता है। इसके बाद दिनों दिन चंद्रमा का चमकदार भाग बढ़ता जाता है और पंद्रहवें दिन उसका चमकदार भाग पुनः पूर्ण चंद्र की आकृति प्राप्त कर लेता है। चंद्रमा के चमकदार भाग के इस प्रकार घटने-बढ़ने के क्रम को **चंद्रमा की कलाएँ** कहते हैं (चित्र 1.5)। क्या आपने कभी यह सोचा है कि चंद्रमा की कलाएँ क्यों दिखाई देती है?

चित्र 1.5 चंद्रमा की विभिन्न कलाएँ

आप यह तो जानते ही हैं कि, सूर्य एवम् अन्य तारे अपना प्रकाश उत्सर्जित करते हैं जबकि चंद्रमा ऐसा नहीं करता। हम चंद्रमा को इसलिए देख पाते हैं, क्योंकि यह अपने ऊपर पड़ने वाले सूर्य के प्रकाश को हमारी ओर परावर्तित कर देता है। अतः हम चंद्रमा का केवल वह भाग देख पाते हैं जो सौर प्रकाश द्वारा प्रकाशित है एवम् हमारी ओर है। जैसाकि आप जानते हैं चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करने के साथ-साथ पृथ्वी सहित सूर्य की परिक्रमा भी करता है। परिणामतः सूर्य के सापेक्ष पृथ्वी एवम् चंद्रमा की स्थिति प्रतिदिन बदलती रहती है। चित्र 1.6 में पृथ्वी के परितः परिक्रमा करते चंद्रमा की विभिन्न स्थितियों को दर्शाया गया है। पूर्णिमा के दिन पृथ्वी, चंद्रमा और सूर्य के मध्य होती है। अतः इस दिन चंद्रमा का पूर्ण पटल दिखाई पड़ता है। अमावस्या के दिन चंद्रमा पृथ्वी और सूर्य के मध्य होता है, अतः सूर्य का प्रकाश चंद्रमा के उस भाग पर पड़ता है जो हमारी ओर नहीं है। अतः हम चंद्रमा को नहीं देख पाते। यद्यपि उसका आधा पृष्ठ सदैव सूर्य के प्रकाश द्वारा प्रकाशित होता है। परंतु

अमावस्या से ठीक अगले दिन पृथ्वी के जिस भाग पर हम हैं, उससे चंद्रमा का केवल चापाकार (नवचंद्र) भाग ही प्रकाशित दिखाई पड़ता है। सूर्य के प्रकाश से प्रकाशित चंद्रमा का यह दृश्य भाग दिन-प्रतिदिन आकार में बढ़ता जाता है और पूर्णिमा को इसका पूर्ण पटल फिर दिखाई देने लगता है।

चित्र 1.6 *चंद्रमा की कलाएँ, पृथ्वी और सूर्य के सापेक्ष इसकी स्थिति में परिवर्तन के कारण होती हैं*

चंद्रमा पृथ्वी के परितः अपनी एक परिक्रमा 27.3 दिन में पूरी करता है। परंतु उसी काल में, पृथ्वी अपनी कक्षा में थोड़ी आगे बढ़ जाती है। इसीलिए पृथ्वी से देखने पर, किसी अमावस्या की रात से इससे अगली अमावस्या की रात के बीच, चंद्रमा पृथ्वी के परितः एक परिक्रमा पूरी करने में $29\frac{1}{2}$ दिन का समय लेता हुआ दिखाई पड़ता है। चांद्र कलेन्डरों का निर्माण इसी आधार पर होता है। आप पिछली कक्षा में पहले ही पढ़ चुके हैं कि कभी-कभी पूर्णिमा को चंद्र ग्रहण होता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. किन्ही तीन खगोलीय पिण्डों के नाम लिखिए।
2. किसी तारे और तारा-मण्डल में क्या अंतर है?
3. उस तारे का नाम लिखिए जो पृथ्वी से देखने पर स्थिर प्रतीत होता है।
4. हम सूर्य को तारे के रूप में क्यों वर्गीकृत करते हैं?

1.2 ग्रह

रात को आकाश में कुछ ऐसे चमकीले पिण्ड भी दिखाई पड़ते हैं जो देखने में तारों जैसे ही लगते हैं। इनमें से कुछ तो तारों की तुलना में कुछ अधिक चमकदार एवम् बड़े दिखाई पड़ते हैं। यदि आप इन्हें ध्यानपूर्वक देखें तो पाएंगे कि ये तारों की तरह टिमटिमाते नहीं हैं। हमारे पूर्वजों ने यह पाया कि समय के साथ तारों के सापेक्ष, इनकी स्थितियों में परिवर्तन होता रहता है। उन्होंने इन पिंडों को ग्रह कहा। ग्रह ऐसे खगोलीय पिण्ड हैं जो सूर्य की परिक्रमा करते हैं। ये स्वयं प्रकाश उत्सर्जित नहीं करते। ग्रह हमें तारों की भांति चमकीले इसलिए दिखाई पड़ते हैं, क्योंकि ये अपने ऊपर पड़ने वाले सौर प्रकाश को परावर्तित करते हैं। ग्रह तारों की तरह टिमटिमाते हुए दिखाई नहीं पड़ते। ग्रह क्यों नहीं टिमटिमाते? इसका कारण आप अगली कक्षाओं में प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन करते समय पढेंगे।

कुछ ग्रहों की पहचान प्राचीन काल में ही कर ली गई थी। प्राचीन खगोलविदों ने इन ग्रहों को बुध (*मर्करी*), शुक्र (*वीनस*), पृथ्वी (*अर्थ*), मंगल (*मार्स*), बृहस्पति (*जुपिटर*) एवम् शनि (*सैटर्न*) नाम दिए थे। वे इन छः ग्रहों को इसलिए पहचान सके क्योंकि ध्यान से देखने पर यह ग्रह

नंगी आँखों से दिखाई देते हैं। अन्य तीन ग्रहों की खोज तभी संभव हो पाई जब रात्रि के आकाश का अवलोकन करने के लिए दूरदर्शक उपलब्ध हो गए। ये तीन ग्रह हैं— यूरेनस, नेप्ट्यून एवम् प्लूटो। इस प्रकार सूर्य के कुल नौ ग्रह हैं जिनमें प्रत्येक अपने निश्चित पथ पर सूर्य की परिक्रमा करता है जिसे उसकी कक्षा कहते हैं।

कुछ ग्रहों के ज्ञात उपग्रह हैं। उपग्रह एक ऐसा खगोलीय पिंड है, जो किसी दूसरे खगोलीय पिंड की परिक्रमा करता है। पृथ्वी का केवल एक प्राकृतिक उपग्रह है— चंद्रमा। बृहस्पति, शनि, नेप्ट्यून जैसे कुछ ग्रहों के एक से अधिक प्राकृतिक उपग्रह या चंद्रमा हैं। आइए, ग्रहों के विषय में और विस्तार से अध्ययन करें।

बुध

सूर्य के सबसे निकट का ग्रह **बुध** या ***मर्करी*** है। इसका आमाप लगभग उतना ही है जितना चंद्रमा का तथा यह पृथ्वी की तुलना में बहुत छोटा है। बुध, क्योंकि सूर्य के बहुत निकट है, इसलिए यह अधिकांश समय सूर्य की दमक में छिपा रहता है। तथापि समय-समय पर यह सूर्योदय से कुछ पहले या सूर्यास्त के तुरंत बाद क्षितिज के पास दिखाई देता है। यह किसी अत्यधिक चमकीले तारे जैसा दिखाई पड़ता है और प्राय: इसे प्रातस्तारा या सांध्यतारा कहा जाता है। वर्ष में आठ सप्ताह तक यह पूर्वी आकाश में सूर्योदय से पहले दिखाई पड़ता है तब इसे प्रातस्तारा अर्थात् भोर का तारा कहते हैं। यह आठ सप्ताह तक आकाश के पश्चिमी भाग में सूर्यास्त के तुरंत बाद भी दिखाई पड़ता है, तब इसे सांध्य तारा कहते हैं। यद्यपि बुध तारा नहीं है तथापि अपनी चमक के कारण ही इसे प्रातस्तारा या सांध्य तारा कहा जाता है। बुध के बहुत से लक्षण चंद्रमा से मेल खाते हैं। दोनों के आमाप एवम् द्रव्यमान लगभग बराबर हैं। चंद्रमा की ही भाँति बुध पर भी किसी तरह का वायुमण्डल नहीं है। इसका पृष्ठ भी चट्टानी एवम् पर्वतीय है।

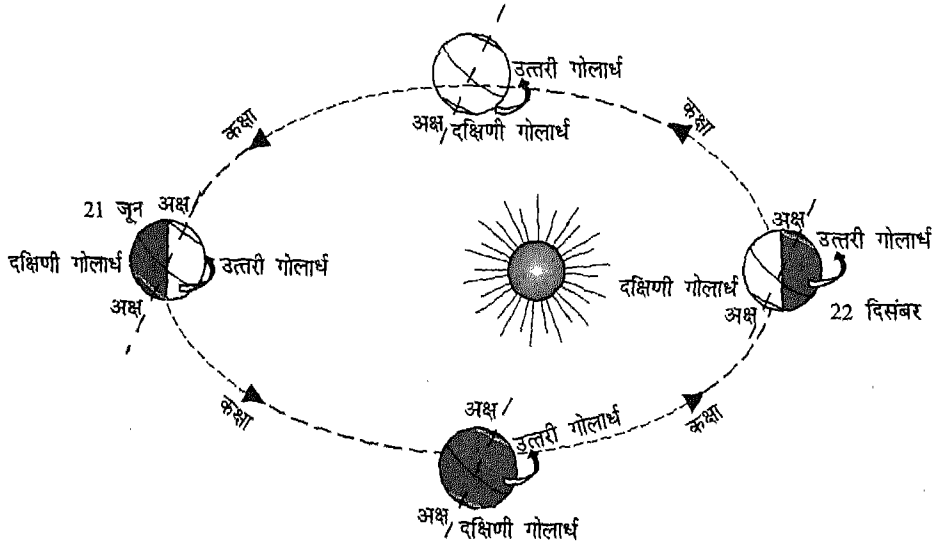
शुक्र

सूर्य से बढ़ती दूरी के पदों में **शुक्र (*वीनस*)** दूसरा ग्रह है। यही वह ग्रह है जिसे प्राय: हमारे पूर्वज प्रातस्तारा या सांध्य तारा के नाम से पुकारते आए हैं। यह उन सर्वाधिक सुपरिचित खगोलीय पिंडों में से एक है जिसे हमारे पूर्वज आसानी से पहचान सके। शुक्र पश्चिमी आकाश में क्षितिज के पास सूर्यास्त के ठीक बाद सांध्य तारे के रूप में अथवा सूर्योदय से तुरंत पहले पूर्वी क्षितिज के पास 'प्रातस्तारा' के रूप में दिखाई देता है। ग्रहों, चंद्रमा और तारों सहित रात्रि के आकाश में जितने भी खगोलीय पिंड हमें दृष्टिगोचर होते हैं उन सभी में शुक्र सबसे अधिक चमकीला दिखाई पड़ता है। ऐसा तब भी होता है जबकि सूर्य से दूरी के क्रम में, बुध के बाद शुक्र दूसरे स्थान पर आता है। शुक्र के चमकीलेपन का कारण इसका घने बादलों से युक्त वायुमंडल है, जो अपने ऊपर पड़ने वाले सूर्य के प्रकाश के लगभग तीन चौथाई भाग को परावर्तित कर देता है। शुक्र का द्रव्यमान, पृथ्वी के द्रव्यमान का लगभग 4/5 वां है जबकि दोनों के आमाप लगभग समान हैं। शुक्र ग्रह का अपना कोई उपग्रह यानि चंद्रमा नहीं है।

पृथ्वी

सूर्य से दूरी के पदों में, सूर्य के ग्रहों में **पृथ्वी** का तीसरा स्थान है। आप इसके आमाप, संरचना एवम् वायुमण्डल से पहले से ही परिचित हैं। इसका एकमात्र प्राकृतिक उपग्रह है — चंद्रमा । अब तक ज्ञात ग्रहों में पृथ्वी ही एकमात्र ऐसा ग्रह है जिस पर जीवन विद्यमान है। आप उन विशिष्ट परिस्थितियों से परिचित हैं जिनके विद्यमान होने के परिणामस्वरूप ही पृथ्वी पर जीवन का विकास एवम् संपोषण संभव हुआ।

आपको ज्ञात है कि पृथ्वी अपने उत्तरी एवम् दक्षिणी ध्रुवों से गुजरने वाले काल्पनिक अक्ष के परित: घूर्णन करती है। पृथ्वी का यह घूर्णन अक्ष इसकी कक्षा के तल से थोड़ा झुका हुआ है। पृथ्वी पर दिन और रात इसकी इसी घूर्णन गति के कारण होते हैं। यह अपनी कक्षा में, सूर्य की परिक्रमा भी कर रही है। पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा 365.25 दिन में पूरा करती है जिसे हम **'एक वर्ष'** कहते हैं। वास्तव में, सभी ग्रह, पृथ्वी की तरह ही घूर्णन एवम् सूर्य की परिक्रमा करते हैं। परंतु, प्रत्येक ग्रह का घूर्णन काल एवम् परिक्रमण-काल अलग-अलग है।

पृथ्वी पर ऋतु परिवर्तन, इसकी अक्ष के झुके होने के कारण तथा सूर्य के सापेक्ष इसकी स्थिति में परिवर्तन के कारण होते हैं। चित्र 1.7 में पृथ्वी की कक्षा में इसकी 4 स्थितियाँ दर्शाई गई हैं। ध्यान दीजिए कि पृथ्वी के घूर्णन अक्ष का झुकाव सदैव एक ही दिशा में बना रहता है। परिणामत: पृथ्वी के उत्तरी एवम् दक्षिणी गोलार्ध की सूर्य के सापेक्ष स्थितियाँ बदलती रहती हैं। जब उत्तरी गोलार्ध सूर्य की ओर झुका होता है तो हम ग्रीष्म का अनुभव करते हैं जबकि उसी समय दक्षिणी गोलार्ध में शीत-ऋतु होती है। जब पृथ्वी अपनी कक्षा में इन दो स्थितियों के बीच की स्थितियों में होती है तो हेमंत एवम् बसंत ऋतुओं का आगमन होता है।

चित्र 1.7 ऋतुओं में परिवर्तन सूर्य के सापेक्ष पृथ्वी की अपनी कक्षा में स्थिति में परिवर्तन और इसके घूर्णन-अक्ष के झुकाव के कारण होते हैं

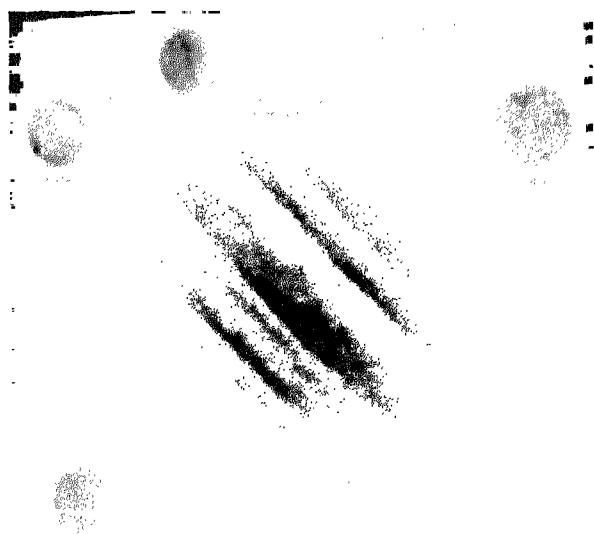
इस तथ्य पर भी ध्यान दीजिए कि 21 जून को पृथ्वी, 22 दिसंबर की तुलना में सूर्य से अधिक दूरी पर होती है। इस दिन उत्तरी गोलार्ध में दिन की अवधि सबसे लंबी और दक्षिणी गोलार्ध में सबसे कम होती है। 22 दिसंबर को उत्तरी गोलार्ध में दिन की अवधि सबसे कम तथा दक्षिणी गोलार्ध में सबसे अधिक होती है। 23 सितंबर एवम् 21 मार्च को दोनों गोलार्धों में, दिन और रात की अवधि बराबर होती है। उच्च कक्षाओं में हम पृथ्वी के विषय में और अधिक अध्ययन करेंगे।

मंगल

सूर्य से बढ़ती दूरी के पदों में अगला ग्रह, **मंगल** या ***मार्स*** है। यह लाल रंग का दिखाई पड़ता है और इसलिए इसे लाल ग्रह भी कहते हैं (चित्र 1.8)। वर्ष के अधिकांश दिनों में यह पृथ्वी से दिखाई देता है। किंतु, इस ग्रह को देखने के लिए सर्वोत्तम समय वह है जब आकाश में इसकी स्थिति ऐसी होती है कि पृथ्वी के एक ओर सूर्य है और दूसरी ओर मंगल। इन दिनों में यह पृथ्वी के सर्वाधिक निकट भी होता है। मंगल की त्रिज्या, पृथ्वी की त्रिज्या का आधे से कुछ अधिक है; लेकिन इसका द्रव्यमान, पृथ्वी के द्रव्यमान के केवल 1/9 गुना है। इसका वायुमण्डल पृथ्वी की तुलना में विरल है अर्थात् इसके वायुमंडल की मोटाई बहुत कम है। पृथ्वी से इसके पृष्ठ को दूरदर्शक के द्वारा आसानी से देखा जा सकता है। खगोलविदों ने इसके पृष्ठ पर होने वाले कुछ ऐसे परिवर्तनों को देखा है जिनसे उन्होंने यह अनुमान लगाया है कि इसके पृष्ठ पर जल विद्यमान है और शायद किसी न किसी रूप में जीवन भी। तथापि, इस ग्रह में जल और जीवन के अस्तित्व के कोई पुष्ट प्रमाण नहीं मिले हैं। फिर भी इनकी खोज के लिए अभी शोध किए जा रहे हैं। मंगल के दो प्राकृतिक उपग्रह हैं— फोबोस एवम् डीबोस।

चित्र 1.8 पृथ्वी से देखने पर मंगल का एक दृश्य

बृहस्पति

बृहस्पति सभी गृहों में सबसे विशाल है। इसका द्रव्यमान शेष सभी ग्रहों के सम्मिलित द्रव्यमान से भी अधिक है। सूर्य से बृहस्पति की दूरी उस दूरी से अधिक है, जो पहले चार ग्रहों की सूर्य से दूरियों

चित्र 1.9 बृहस्पति का एक फोटोग्राफ तथा इसके कुछ उपग्रह

को जोड़ने से प्राप्त होती है। अतः सूर्य से इस तक पहुँचने वाले प्रकाश और ऊष्मा की मात्रा पृथ्वी एवम् मंगल की तुलना में बहुत कम होती है। तो भी यह ग्रह शुक्र और कभी-कभी मंगल के अतिरिक्त शेष सभी ग्रहों की तुलना में बहुत अधिक चमकदार दिखाई देता है (चित्र 1.9)। बृहस्पति की यह चमक इसके घने वायुमण्डल के कारण है, जो इसके ऊपर पड़ने वाले अधिकांश प्रकाश को परावर्तित कर देता है। ऐसा विश्वास किया जाता है कि बृहस्पति मुख्यतः हाइड्रोजन एवम् हीलियम गैसों से बना है। इसके बादलों जैसे बाहरी भाग में, मेथैन गैसीय रूप में जबकि अमोनिया क्रिस्टलित ठोस कणों के रूप में विद्यमान है। सन् 2002 ई. तक बृहस्पति के 28 प्राकृतिक उपग्रह ज्ञात थे। इसके चारों ओर धुंधले से वलय भी दिखाई पड़ते हैं।

शनि

शनि प्राचीन खगोलविदों को ज्ञात ग्रहों में सबसे दूर स्थित ग्रह था। इसकी सूर्य से दूरी, बृहस्पति की दूरी की लगभग दोगुनी है। आमाप, द्रव्यमान एवम् संरचना में यह लगभग बृहस्पति जैसा ही है। किंतु, यह बृहस्पति की तुलना में अधिक ठंडा है। शनि के चारों ओर तीन वलय हैं जिनके कारण यह

चित्र 1.10 अपने वलयों के कारण, शनि सभी ग्रहों में सबसे सुंदर दिखाई पड़ता है

अन्य ग्रहों से अलग तथा अतिसुंदर दिखाई देता है। इन वलयों को नंगी आँखों से नहीं देखा जा सकता तथा इन्हें देखने के लिए दूरदर्शक की आवश्यकता होती है (चित्र 1.10)। दूरदर्शक से शनि को देखना एक चित्ताकर्षक अनुभव है। सभी ग्रहों में शनि के ज्ञात प्राकृतिक उपग्रहों की संख्या सर्वाधिक है जो कि 30 है।

यूरेनस

यूरेनस वह पहला ग्रह है जिसकी खोज दूरदर्शक द्वारा की गई। इस ग्रह की खोज सन 1781 ई. में, विलियम हर्शल ने की थी। दूरदर्शक से देखने पर यूरेनस एक डिस्क की तरह दिखाई पड़ता है। यूरेनस के वायुमंडल में हाइड्रोजन एवम् मेथैन गैसें पाई गई हैं। सूर्य से इसकी दूरी, शनि की दूरी की लगभग दोगुनी है। अभी तक यूरेनस के 21 उपग्रह खोजे जा चुके हैं।

आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि यूरेनस की खोज से पहले के 100 वर्षों में, अलग-अलग खगोलविदों ने कम से कम 20 बार इसे देख लिया था। उन्होंने आकाश में इसकी ठीक-ठीक स्थिति भी संसूचित की थी। पर वह सभी इसे एक ग्रह के रूप में नहीं पहचान पाए। हर्शल से पहले सभी खगोलविदों ने इसे कोई तारा माना। वैज्ञानिक खोजों और आविष्कारों में ऐसी घटनाएँ प्रायः होती रहती हैं। लेकिन वैज्ञानिक समाज अपने पूर्ववर्तियों के योगदान को सदैव मान्यता देता है।

नेप्ट्यून

सूर्य से दूरी के पदों में नेप्ट्यून का स्थान आठवां है। यह ऐसा दूसरा ग्रह है जिसकी खोज दूरदर्शक

की सहायता से की गई। वास्तव में सन् 1846 ई. में, फ्रांसिसी खगोलविद् यू. जे. लेवेरियर ने सर्वप्रथम यूरेनस के परे किसी ग्रह का अस्तित्व होने की संभावना प्रकट की थी। उनका यह अनुमान यूरेनस के गमन पथ में देखे गए विचलनों पर आधारित था।

लेवेरियर के गणितीय परिकलन इतने यथार्थ थे कि उन्होंने इस संभावित ग्रह के द्रव्यमान एवम् आमाप के विषय में सही जानकारी प्रदान करने के साथ-साथ यह भी बताया कि आकाश में यह किस दिशा में स्थित हो सकता है। खगोलविदों ने अपने दूरदर्शक से अपेक्षित दिशा में देखा और नेप्ट्यून को खोज निकाला। क्या आप जानना चाहेंगे कि नेप्ट्यून की खोज संबंधी परिकलन किस नियम पर आधारित थे? यह वही गुरुत्व का नियम था जिसकी खोज इससे लगभग 180 वर्ष पूर्व प्रसिद्ध वैज्ञानिक सर आइज़क न्यूटन ने की थी। नेप्ट्यून की परिक्रमा इसके 8 उपग्रह कर रहे हैं।

प्लूटो

नौ ग्रहों में सबसे दूर स्थित ग्रह की खोज सन 1930 ई. में टी. डब्ल्यू. टॉमबाऊ ने की। इसका नाम प्लूटो रखा गया। प्लूटो की सूर्य से दूरी का अनुमान आप इस तथ्य से लगा सकते हैं कि सूर्य से इस ग्रह तक पहुँचने में प्रकाश को लगभग 32 घण्टे का समय लगता है। प्लूटो की कक्षा के संबंध में एक अन्य विशेष तथ्य यह है कि केवल यही एक ऐसा ग्रह है जिसकी कक्षा किसी दूसरे ग्रह (जो कि नेप्ट्यून है) की कक्षा को काटती है। इसी कारण, वर्तमान में प्लूटो, नेप्ट्यून की तुलना में पृथ्वी के अधिक निकट है। प्लूटो सभी ग्रहों में सबसे छोटा है। ऐसा विश्वास किया जाता है कि प्लूटो अतीत में किसी समय नेप्ट्यून का उपग्रह रहा होगा। अभी तक प्लूटो के एक उपग्रह की खोज की जा चुकी है।

सारणी 1.1, नौ ग्रहों के संबंध में कुछ रोचक जानकारी प्रदान करती है। ग्रह अपने उपग्रहों सहित

सारणी 1.1 सौर परिवार के ग्रहों के संबंध में कुछ रोचक तथ्य

नाम	*त्रिज्या (किलोमीटर)*	*सूर्य से दूरी (पृथ्वी की सूर्य से दूरी को इकाई मानते हुए)*	*द्रव्यमान (पृथ्वी के द्रव्यमान के पदों में)*	*घूर्णन काल*	*परिक्रमण-काल*
बुध	2400	0.387	0.05	1407 घंटे	88 दिन
शुक्र	6150	0.72	0.8	5832 घंटे	224.7 दिन
पृथ्वी	6400	1.0	1.0	24 घंटे	365.25 दिन
मंगल	3400	1.5	0.1	24.6 घंटे	687 दिन
बृहस्पति	71500	5.2	318	9.9 घंटे	4331 दिन
शनि	57600	9.5	95	10.7 घंटे	10747 दिन
यूरेनस	25500	19.18	15	17.2 घंटे	30589 दिन
नेप्ट्यून	2500	30	17	16.1 घंटे	59800 दिन
प्लूटो	1200	40	0.002	153.3 घंटे	90588 दिन

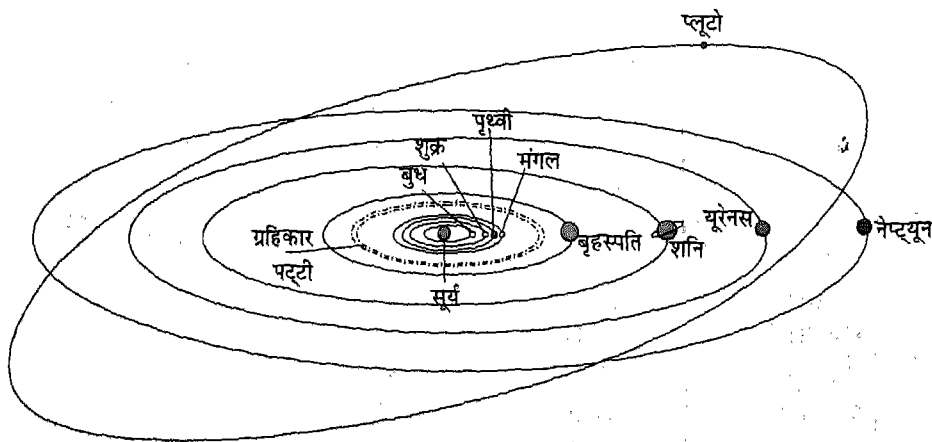
सूर्य की परिक्रमा करते हैं। ये सभी सौर परिवार के सदस्य हैं। आइए, सौर परिवार का अध्ययन करें।

इनके उत्तर दीजिए

1. प्राकृतिक उपग्रह किसे कहते हैं ?
2. सौर-परिवार का कौन-सा ग्रह आमाप में (a) सबसे बड़ा है तथा (b) सबसे छोटा है।
3. उन ग्रहों के नाम लिखिए जो प्राचीन खगोलविदों को ज्ञात थे।
4. उस ग्रह का नाम लिखिए जिसके अस्तित्व की भविष्यवाणी उसकी खोज से पहले कर दी गई थी।

1.3 सौर परिवार

आप जानते हैं कि सूर्य एक तारा है जो हमारे निकटतम है। ऐसा माना जाता है कि सूर्य की उत्पत्ति लगभग 500 करोड़ अर्थात् 5 अरब वर्ष पूर्व हुई। तब से अब तक यह निरंतर अत्यधिक मात्रा में प्रकाश एवम् ऊष्मा उत्सर्जित कर रहा है और अनुमान है कि अगले लगभग 5 अरब वर्ष तक यह इसी प्रकार चमकता रहेगा। सूर्य तथा अन्य तारों को इतनी विशाल मात्रा में ऊर्जा कहाँ से मिलती है? इसके बारे में आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे, परंतु यह याद रखिए कि सूर्य की परिक्रमा करने वाले सभी ग्रहों के लिए ऊष्मा एवम् प्रकाश का एकमात्र स्रोत सूर्य ही है।

आप पढ़ चुके हैं कि अपने उपग्रहों सहित सभी नौ ग्रह अपनी-अपनी निश्चित कक्षाओं में, सूर्य की परिक्रमा करते हैं। ग्रहों और उपग्रहों को सौर परिवार के सदस्य कहा जाता है। चित्र 1.11 में सौर परिवार का योजनाबद्ध दृश्य दर्शाया गया है। क्योंकि सूर्य से विभिन्न ग्रहों की दूरियों में अंतर बहुत अधिक है, अतः सौर परिवार के सभी ग्रहों को, एक ही चित्र में, किसी पैमाने के आधार पर नहीं दर्शाया जा सकता। अपनी-अपनी कक्षाओं में विभिन्न ग्रहों की गति, उन पर सूर्य के गुरुत्व बल के कारण है। गुरुत्वाकर्षण के नियम के बारे में आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

चित्र 1.11 सौर परिवार के ग्रहों का योजनाबद्ध दृश्य

सौर परिवार में कुछ अन्य खगोलीय पिंड भी हैं। आकाश में इनकी गति भी सूर्य के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण ही है। अतः इन्हें भी सौर परिवार का सदस्य माना जाता है।

ग्रहिकाएँ

मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच विशाल अंतराल है। इस अंतराल में अनेक छोटे-छोटे पिंड हैं जो सूर्य की परिक्रमा कर रहे हैं। इन्हें **ग्रहिकाएँ** या **क्षुद्र-ग्रह** कहते हैं। प्रत्येक ग्रहिका की अपनी विशिष्ट कक्षा है जो एक विशाल क्षेत्र में अवस्थित है। इन सबकी कक्षाओं से मिलकर एक चौड़ी पट्टी सी बनती है। ग्रहिकाओं का आमाप मात्र एक किलोमीटर से लेकर कुछ सौ किलोमीटर तक हो सकता है। अधिकतर ग्रहिकाओं को केवल दूरदर्शक की सहायता से ही देखा जा सकता है। ऐसा विश्वास है कि ग्रहिकाएँ द्रव्य के वह खंड हैं जो किसी कारण ग्रह का रूप नहीं ले पाए।

धूमकेतु (पुच्छल-तारा)

धूमकेतु बहुत छोटे आमाप के खगोलीय पिंड हैं जो अत्यधिक दीर्घवृत्तीय कक्षाओं में सूर्य की परिक्रमा करते हैं। वे पृथ्वी से केवल तभी दिखाई पड़ते हैं जब वे सूर्य के बहुत निकट आ जाते हैं। इनके विशेष अभिलक्षण हैं — एक छोटा चमकदार शीर्ष और उसके पीछे एक लम्बी पूँछ। जैसे-जैसे कोई धूमकेतु सूर्य के निकट पहुँचता है इसकी पूँछ की लंबाई बढ़ती जाती है और फिर सूर्य से दूर होते समय इसकी पूँछ की लंबाई घटती जाती है और अंत में अदृश्य हो जाती है। तथापि, धूमकेतु की पूँछ सदैव सूर्य से विपरीत दिशा में ही रहती है (चित्र 1.12)।

चित्र 1.12 धूमकेतु

कुछ धूमकेतुओं के बारे में हम जानते हैं कि वे एक निश्चित समयावधि के बाद बार-बार प्रकट होते रहते हैं। 'हेली' का धूमकेतु एक ऐसा ही धूमकेतु है। यह लगभग 76 वर्ष के बाद प्रकट होता है। अन्तिम बार हेली का धूमकेतु सन् 1986 ई. में दिखाई दिया था।

उल्काएँ एवम् उल्का-पिंड

उल्काएँ, बहुत छोटे आमाप के पत्थर-जैसे पिंड हैं जो सूर्य के चारों ओर परिक्रमा कर रहे हैं। उनके अस्तित्व का ज्ञान हमें तभी होता है जब उनमें से कोई, संयोगवश पृथ्वी के वायुमण्डल में प्रवेश कर जाता है। जब कोई उल्का पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करती है तो यह वायु के घर्षण से गर्म हो जाती है। इस प्रकार उत्पन्न ऊष्मा इतनी अधिक होती है कि यह उल्का चमकने लगती है और बहुत ही कम समय में वाष्पित हो जाती है। अतः किसी उल्का का गमन-पथ, रात्रि के आकाश में, प्रकाश की एक रेखा जैसा दिखाई पड़ता है। इसीलिए उल्काओं को सामान्यतः 'टूटते तारे' भी कहा जाता है, यद्यपि ये तारे नहीं हैं।

कुछ उल्काएँ आमाप में इतनी बड़ी होती हैं कि ये वायुमण्डल में पूरी तरह वाष्पित होने के पूर्व ही पृथ्वी पर आ गिरती हैं। इनको **उल्का पिंड** कहते हैं। उल्का पिंड, वैज्ञानिकों को उन खगोलीय पिंडों के पदार्थों का अध्ययन करने में सहायता करते हैं जो सौर परिवार के सदस्य हैं।

इनके उत्तर दीजिए

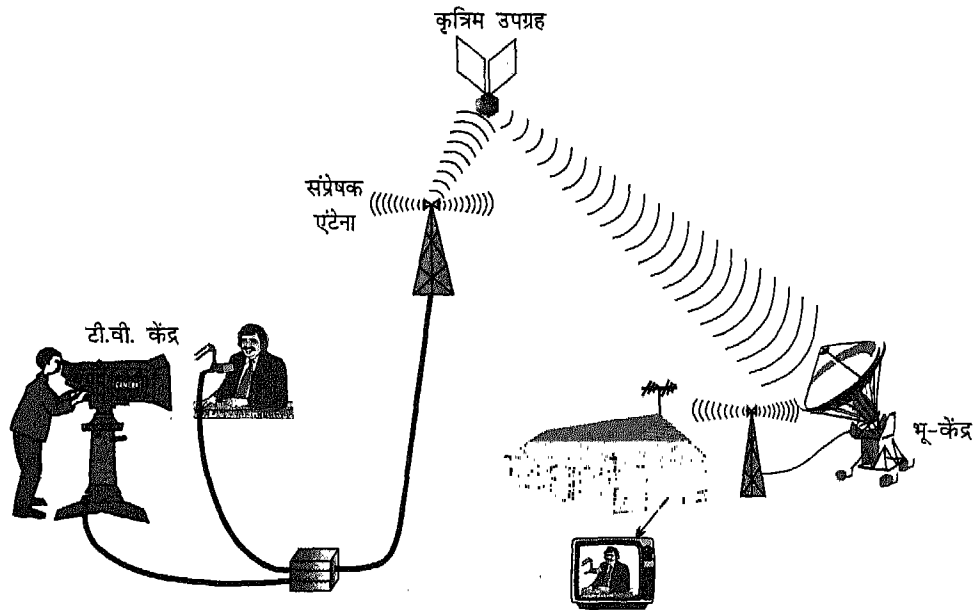
1. सूर्य की अनुमानित आयु कितनी है ?
2. उन विभिन्न प्रकार के खगोलीय पिंडों के नाम लिखिए जो सौर परिवार के सदस्य हैं ?
3. कौन सा बल, सौर परिवार के सदस्यों को, सूर्य से आबद्ध रखता है ?
4. उल्का एवम् उल्का पिंड में क्या अंतर है ?

1.4 कृत्रिम उपग्रह

दूरदर्शन-कार्यक्रम देखते समय आपने इन्सैट-3B एवम् कल्पना चावला-I जैसे उपग्रहों के नाम सुने होंगे। अब तक आप यह भी जान चुके हैं कि ऐसे खगोलीय पिंड जो किसी ग्रह की परिक्रमा करते हैं उपग्रह कहलाते हैं। चंद्रमा, पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह है। आप यह जानने के लिए उत्सुक हो सकते हैं कि मानव निर्मित उपग्रह किन अर्थों में चंद्रमा से भिन्न हैं ?

इन्सैट-3B, या कल्पना चावला-I जैसे उपग्रह, कृत्रिम या मानव निर्मित उपग्रहों के उदाहरण हैं। मानव निर्मित उपग्रह भी पृथ्वी के प्राकृतिक उपग्रह चन्द्रमा की भाँति ही, इसकी परिक्रमा करते हैं। परंतु, वे चंद्रमा की तुलना में पृथ्वी के बहुत निकट होते हैं। पिछले लगभग चालीस वर्षों में वैज्ञानिकों ने मानव निर्मित उपग्रहों के डिज़ाइन व निर्माण संबंधी तकनीकी का विकास किया है। उन्होंने ऐसे शक्तिशाली प्रमोचन वाहन या रॉकेट भी विकसित कर लिए हैं जो इन उपग्रहों को अंतरिक्ष में ले जाकर किसी निर्धारित कक्षा में पृथ्वी के मानव निर्मित उपग्रह की भाँति छोड़ सकते हैं। संसार में केवल छः ऐसे देश हैं, जिनके पास मानव निर्मित उपग्रहों को विकसित करने और पृथ्वी की कक्षा में प्रमोचित करने की तकनीक उपलब्ध है। भारत भी इन छः देशों में एक है।

मानव निर्मित उपग्रहों के ऐसे बहुत से व्यावहारिक उपयोग हैं, जो हमारे जीवन को कई तरह से प्रभावित करते हैं। दूरदर्शन कार्यक्रमों का लंबी दूरी तक संप्रेषण तथा टेलीफोन एवम् इंटरनेट के माध्यम से दूरसंचार इन्हीं के कारण संभव हो सका है। मानव निर्मित उपग्रहों का उपयोग, शोध, प्रतिरक्षा एवम् सुदूर-संवेदन के लिए भी होता है। सुदूर-संवेदन का अर्थ है, दूर रह कर अर्थात् बिना संपर्क के सूचनाओं का एकत्रीकरण। इस तकनीक के उपयोग से हम, मौसम, फसलों की स्वस्थ वृद्धि, सागरों में मछलियों के झुंडों की गतिविधि, भूतल एवम् सागरों में होने वाले परिवर्तनों के संबंध में सूचनाएँ एकत्र कर सकते हैं। कुछ कृत्रिम उपग्रहों का उपयोग प्रतिरक्षा संबंधी गतिविधियों के विषय में सूचना एकत्र करने के लिए भी किया जाता है। इन तकनीकों के विषय में आप उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे। तथापि, कृत्रिम उपग्रहों द्वारा लंबी दूरी के संप्रेषण के प्रक्रम के विभिन्न चरणों का एक सामान्य बोध आप कर सकेंगे।

कृत्रिम उपग्रहों की सहायता से दूरदर्शन कार्यक्रमों का लंबी दूरी तक प्रसारण कैसे किया जाता है? यह स्पष्ट करने के लिए चित्र 1.13 में एक योजनाबद्ध आरेख दर्शाया गया है। दूरसंचार में उपयोग होने वाले कृत्रिम उपग्रहों की चाल इस प्रकार समायोजित की जाती है कि वे 24 घंटे में पृथ्वी की एक परिक्रमा

चित्र 1.13 कृत्रिम उपग्रहों के माध्यम से लंबी दूरी तक संप्रेषण के प्रक्रम को स्पष्ट करने के लिए योजनाबद्ध आरेख व्यवस्था

पूरी करें। परिणामस्वरूप यह उपग्रह भूस्थित किसी संप्रेषण-केंद्र के सापेक्ष, स्थिर दिखाई पड़ता है। सर्वप्रथम, वह चित्र तथा ध्वनियाँ जिन्हें संप्रेषित करना होता है क्रमशः एक वीडियो कैमरे तथा माइक्रोफोन की सहायता से विद्युत संकेतों में परिवर्तित किए जाते हैं। इन विद्युत-संकेतों को फिर कुछ विशेष प्रकार की तरंगों में परिवर्तित करके, संप्रेषक एंटेना की सहायता से वायु में संप्रेषित कर दिया जाता है। इस प्रकार ये तरंगें पृथ्वी से कृत्रिम उपग्रहों तक पहुँच जाती हैं। कृत्रिम उपग्रहों में भूकेन्द्रों से संप्रेषित इन तरंगों को ग्रहण करने के लिए कुछ विशिष्ट उपकरण लगे होते हैं। इस प्रकार ग्रहण किए गए संकेतों को आवर्धित करके, उपग्रह पर लगे उपकरणों द्वारा, पुनः संप्रेषित कर दिया जाता है। क्योंकि उपग्रह बहुत अधिक ऊँचाई पर स्थित होते हैं, अतः इनके द्वारा संप्रेषित संकेत पृथ्वी के बहुत बड़े क्षेत्र तक पहुँचते हैं। पृथ्वी पर विभिन्न केंद्रों पर लगे एन्टिना, जिनमें केबल-संचालकों के एंटेना भी सम्मिलित हैं, उपग्रहों से प्राप्त इन संकेतों को ग्रहण करके पुनःसंप्रेषित करते हैं। हमारे घरों में लगे दूरदर्शन-ग्राही उपकरण (टी.वी.सेट), भूकेंद्रों या केबल-संचालकों के नेटवर्क द्वारा संप्रेषित इन संकेतों को ग्रहण करते हैं। अंत में टी.वी. सेट इन संकेतों को मूल चित्रों एवम् ध्वनियों में परिवर्तित कर लेते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. किन्हीं दो कृत्रिम उपग्रहों के नाम लिखिए।
2. प्राकृतिक उपग्रह एवम् कृत्रिम उपग्रह में क्या अंतर हैं?
3. कृत्रिम उपग्रहों का उपयोग ______, ______, एवम् ______ के लिए किया जाता है।

प्रमुख शब्द

कृत्रिम उपग्रह, ग्रहिका, क्षुद्रग्रह, खगोलीय पिण्ड, धूमकेतु, संचार उपग्रह, तारा-मण्डल, प्रकाश वर्ष, उल्का पिण्ड, उल्का, प्राकृतिक उपग्रह, कक्षा, चंद्रमा की कलाएँ, ग्रह, ध्रुव-तारा, सुदूर-संवेदन, सौर परिवार, टूटते तारे, तारे।

सारांश

- तारे ऐसे खगोलीय पिण्ड हैं जो अपना स्वयं का प्रकाश एवम् ऊष्मा उत्सर्जित करते हैं। सूर्य एक तारा है।
- तारे हमसे इतनी अधिक दूरी पर हैं कि उनसे हम तक प्रकाश पहुँचने में भी, वर्षों का समय लग सकता है। तारों की दूरियां प्रकाश वर्ष के पदों में व्यक्त की जाती हैं।
- पृथ्वी से देखने पर ध्रुव तारा स्थिर प्रतीत होता है। तारों सहित, सभी खगोलीय पिण्ड अंतरिक्ष में गतिमान हैं।
- तारा-मण्डल तारों के ऐसे समूह हैं जो कोई प्रतिरूप (पैटर्न) बनाते हुए दिखाई पड़ते हैं।
- वह खगोलीय पिण्ड जो सूर्य जैसे किसी तारे की परिक्रमा करते हैं, ग्रह कहलाते हैं।
- वह खगोलीय पिण्ड जो किसी ग्रह की परिक्रमा करते हैं, उपग्रह या चंद्रमा कहलाते हैं।
- सौर परिवार नौ ग्रहों, उनके उपग्रहों, ग्रहिकाओं, धूमकेतुओं, उल्काओं और उल्का पिण्डों से मिलकर बना है।
- सूर्य के चारों ओर अपनी-अपनी निश्चित कक्षाओं में परिक्रमा कर रहे नौ ग्रह ज्ञात हैं। इनमें से छः ग्रहों को नग्न आँखों से देखा जा सकता है। इसलिए प्राचीन-काल से ही लोगों को इनके बारे में जानकारी थी।
- चंद्रमा पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह है। अन्य ग्रहों के भी प्राकृतिक उपग्रह हैं।
- चंद्रमा की कलाएँ, चंद्रमा, पृथ्वी और सूर्य की सापेक्ष स्थितियों में परिवर्तन के कारण दिखाई पड़ती हैं।
- पृथ्वी पर ऋतु-परिवर्तन, पृथ्वी द्वारा सूर्य की परिक्रमा करने के कारण और इसकी घूर्णन अक्ष के झुके होने के कारण होते हैं।
- पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले कृत्रिम उपग्रहों की कक्षाओं की त्रिज्या चंद्रमा की कक्षा की त्रिज्या से बहुत कम होती है।

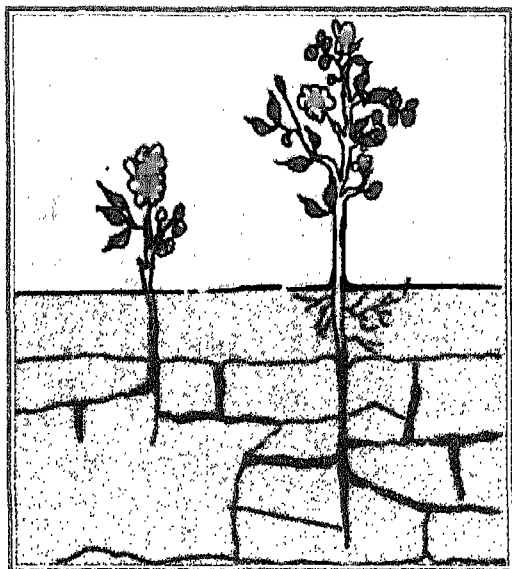
- कृत्रिम उपग्रहों का उपयोग दूरसंचार, शोध, सुदूर-संवेदन एवम् प्रतिरक्षा के लिए होता है।
- भारत उन छः देशों में एक है जिनके पास कृत्रिम उपग्रहों के डिजाइन एवम् विकास और उनको अंतरिक्ष में प्रमोचित करने की तकनीक विद्‌यमान है।

अभ्यास

1. इनमें से कौन एक तारा है?
   (i) अल्फा सेन्टॉरी।
   (ii) डीमोस।
   (iii) ओरायन।
   (iv) फोबोस।
2. वृहत् सप्तर्षि
   (i) एक तारा है।
   (ii) केवल दूरदर्शक द्‌वारा दिखाई देता है।
   (iii) एक तारा-मण्डल है।
   (iv) मंगल का एक प्राकृतिक उपग्रह है।
3. चंद्रमा की कलाएँ दिखाई पड़ती हैं, क्योंकि
   (i) चंद्रमा सूर्य के प्रकाश को परावर्तित नहीं करता।
   (ii) चंद्रमा के कुछ भाग से परावर्तित प्रकाश ही पृथ्वी तक पहुँचता है।
   (iii) पृथ्वी की छाया चंद्रमा पर पड़ती है।
   (iv) चंद्रमा का केवल कुछ भाग ही प्रकाश उत्सर्जित करता है।
4. निम्नलिखित में कौन सौर परिवार का सदस्य नहीं है?
   (i) ग्रहिकाएँ।
   (ii) प्रातस्तारा।
   (iii) उपग्रह।
   (iv) तारा-मण्डल।
5. तारों का एक समूह जो कोई सुपरिचित प्रतिरूप (पैटर्न) बनाता हुआ दिखाई पड़ता है ________ कहलाता है।
6. वह खगोलीय पिण्ड जो किसी ग्रह की परिक्रमा करता है, ________ कहलाता है जबकि जो पिंड, किसी तारे की परिक्रमा करता है, ________ कहलाता है।
7. पत्थर जैसे पिण्ड जो पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करने के बाद रात्रि के आकाश में ________ जैसे दिखाई पड़ते हैं, ________ कहलाते हैं।

8. वे खगोलीय पिण्ड जो तारों के सापेक्ष अपनी स्थिति परिवर्तित करते दिखाई पड़ते हैं, ———— कहलाते हैं।
9. सुदूर स्थानों तक दूरदर्शन कार्यक्रमों का संप्रेषण ———— की सहायता से संभव हुआ है।
10. ग्रहिकाएँ, ———— एवम् ———— की कक्षाओं के बीच पाई जाती हैं।
11. किसी आरेख में (i) वृहत सप्तर्षि (ii) ओरायन (या मृग) के प्रमुख तारों की स्थितियां दर्शाइए।
12. उस ग्रह का नाम लिखिए जिसके सबसे अधिक प्राकृतिक उपग्रह ज्ञात हैं।
13. सूर्य से दूरी के पदों में सौर परिवार के सभी ग्रहों के नाम लिखिए।
14. किसी नामांकित चित्र द्वारा, पृथ्वी की उस स्थिति को कक्षा में दर्शाइये जबकि उत्तरी गोलार्ध में दिन सबसे बड़ा होता है।
15. उन ग्रहों के नाम लिखिए जिनकी खोज दूरदर्शक के आविष्कार के बाद संभव हुई।
16. कृत्रिम उपग्रह विशाल क्षेत्रों में दूरदर्शन कार्यक्रमों के संप्रेषण में कैसे सहायता करते हैं। स्पष्ट कीजिए।

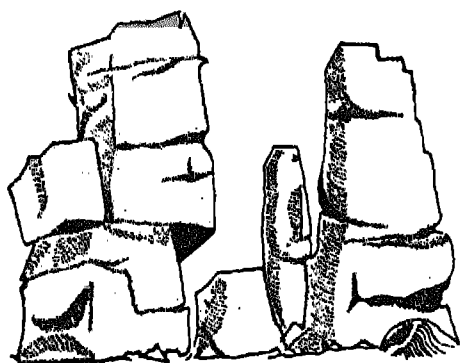
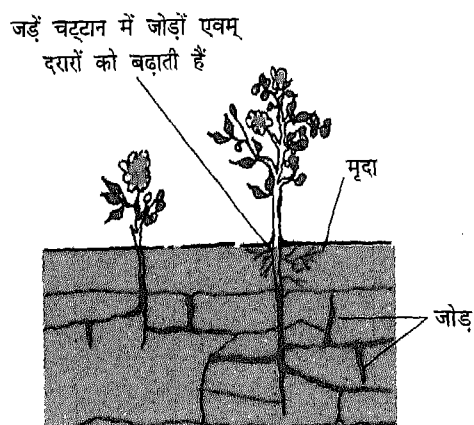
अध्याय 2

मृदा

आप जानते हैं कि पृथ्वी की ऊपरी सतह को मृदा कहते हैं। पृथ्वी की इस सतह की मोटाई कुछ मिलीमीटर से लेकर 3-4 मीटर तक हो सकती है। साधारणतः मृदा चट्टानों के सूक्ष्म कणों, ह्यूमस, वायु तथा जल से मिलकर बनती है। पौधों की वृद्धि एवम् विकास के लिए मृदा की आवश्यकता होती है। मृदा पौधों के लिए अकार्बनिक पोषण एवम् जल का मुख्य स्रोत है।

पृथ्वी तथा इस पर जीवन के बारे में आपने पिछली कक्षा में पढ़ा है। इस अध्याय में आप, मृदा के निर्माण एवम् संरचना, मृदा परिच्छेदिका तथा मनुष्य, पशुओं एवम् पौधों के लिए मृदा की आवश्यकताओं के बारे में पढ़ेंगे। मृदा अपरदन तथा प्रदूषण के बारे में कुछ जानकारियाँ तथा इससे बचने के उपाय भी इस अध्याय में दिए गए हैं।

2.1 मृदा निर्माण

क्या आप सोच सकते हैं कि मृदा किस प्रक्रम से बनी है? इसकी कहानी उतनी ही रुचिकर है जितनी कि पृथ्वी पर सजीवों का विकास। मृदा के ठीक नीचे कठोर चट्टानों की सतह पाई जाती है। कालांतर में कई प्राकृतिक घटनाओं जैसे भूकंप से ये चट्टानें छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाती हैं। इन घटनाओं के फलस्वरूप बड़े-बड़े चट्टान टूटकर छोटे टुकड़ों में परिवर्तित हो जाते हैं। अतः मृदा का निर्माण पृथ्वी की सतह पर चट्टानों के टूटने तथा अन्य पदार्थों के छोटे-छोटे टुकड़ों में परिवर्तित होने से शुरू होता है। टूटने का यह प्रक्रम वर्षा, बर्फ, हवा, ग्लेशियर तथा बहते पानी के कारण अपक्षय के द्वारा भी चलता रहता है। चट्टानों को सूक्ष्म कणों में अपघटित होने में हजारों वर्ष लग जाते हैं जिससे मृदा का निर्माण होता है (चित्र 2.1)। चट्टानों को खंडित करने में पेड़-पौधों की जड़ें भी मदद करती हैं।

चट्टानों के सूक्ष्म कणों को प्रकृति द्वारा संक्षारण या अपघटन के विभिन्न अवस्थाओं से होकर गुजरना पड़ता है। जैसे कि आक्सीकरण, अपचयन, कार्बोनेटीकरण, जल-अपघटन, जल भोजन इत्यादि। कुछ खनिज जल में घुलकर वर्षा जल के साथ रिसते हुए नीचे तक पहुँच जाते हैं। लाइकेन

(a)

(b)

चित्र 2.1 (a) चट्टानों का अपक्षय (b) जड़ों की वृद्धि से चट्टानों का टूटना

तथा अन्य पौधे चट्टानों पर रहकर अम्ल का उत्पादन करते हैं जो मृदा निर्माण में सहायक होता है। कई जीवाणु भी इस प्रक्रम में सहायक होते हैं।

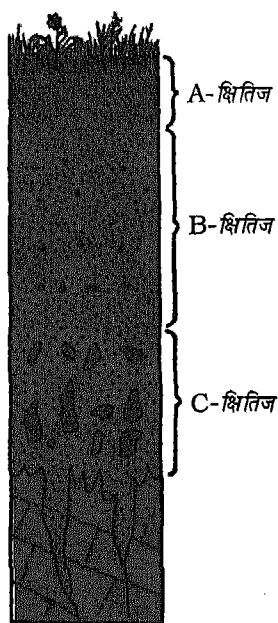
मृत तथा अपघटित पौधों एवम् पशुओं के कार्बनिक पदार्थों (ह्यूमस) का योग मृदा के निर्माण के अंतिम चरण में होता है। अतः मृदा में जल, वायु एवम् खनिज के अलावा कार्बनिक पदार्थों के रूप में (स्टार्च, शर्करा, सेल्यूलोस, वसा तथा प्रोटीन) ऊर्जा संचयित रहती है। यह कई जीवों का वास स्थल है– जैसे कि बैक्टीरिया, कवक, केंचुआ, प्रोटोजोआ। अतः मृदा का निर्माण जलवायु, वनस्पति, मूल पदार्थ तथा समय कारकों के द्वारा बहुत हद तक प्रभावित होता है।

क्रियाकलाप 1

चट्टानों (पत्थरों) द्वारा मृदा का निर्माण एक साधारण क्रियाकलाप की सहायता से आसानी से समझा जा सकता है। पत्थरों के छोटे-छोटे टुकड़े लें तथा उन्हें तोड़कर महीन चूर्ण बना लें। पत्थर के बदले में मिट्टी के बर्तन के टुकड़ों का भी उपयोग कर सकते हैं। आधा चूर्ण एक बर्तन में डालें। आधे में रसोई का कूड़ा (सब्जी तथा फलों के छिलके) तथा गोबर डालें। उसमें थोड़ा सा पानी डालकर अच्छी तरह मिला दें। बर्तन को उसी अवस्था में कुछ दिन तक रखें। इस मिश्रण में तथा पत्थर के चूर्ण में भी कुछ बीज बोयें। दो-तीन दिनों तक दोनों बर्तनों में पानी डालें। इनमें से किस बर्तन में अंकुरण के पश्चात् पौधे उगने शुरू हुए। आप देखेंगे कि सब्जियों के छिलके तथा गोबर मिश्रित पत्थर चूर्ण पौधों के विकास के लिए अच्छा साधन साबित हो रहा है।

2.2 मृदा परिच्छेदिका

मृदा का गुण उसके निर्माण में उपयोग हुई चट्टानों तथा उस पर उगने वाले वनस्पति के

प्रकार पर निर्भर करता है। विभिन्न सतहों के मृदा का खंड मृदा परिच्छेदिका बनाता है। प्रत्येक सतह गठन, रंग, गहराई तथा रासायनिक संरचना में भिन्न होता है (चित्र 2.2)। इन सतहों को **क्षितिज** कहा जाता है जिसे और विभाजित भी किया जा सकता है।

चित्र 2.2 मृदा परिच्छेदिका

हम साधारणतः मृदा के ऊपरी सतह को ही देख पाते हैं अंदर की सतहों को नहीं। अगर हम किसी खाई या गहराई को पार्श्व से देखें तो हम मृदा की भीतरी सतह को देख सकते हैं। इस तरह का दृश्य हमें मृदा परिच्छेदिका को देखने का अवसर देते हैं।

इमारत की नींव या कुएं की खुदाई के समय, किसी पहाड़ी पर बनी सड़क के किनारे या गहरी नदी को किनारे से देखने पर मृदा परिच्छेदिका को देखा जा सकता है।

आप पाएंगे कि मृदा दो या उससे अधिक परतों (क्षितिज) में व्यवस्थित है। ऊपरी क्षितिज साधारणतः गहरे रंग का तथा खनिज एवम् ह्यूमस से भरपूर होता है। ह्यूमस मृदा को उपजाऊ बनाता है एवम् बढ़ते हुए पौधों को पोषण प्रदान करता है। यह सतह मुलायम, छिद्रयुक्त होती है तथा ज्यादा जल अवशोषित कर सकती है। इसे ऊपरी मृदा या A-क्षितिज कहते हैं। यह केंचुआ, कृतक, छछुंद, भृंग जैसे कई जीवों का वास स्थान होता हैं। अगली सतह में ह्यूमस, कार्बनिक पदार्थ, लोह आक्साइड कम मात्रा में तथा खनिज अधिक मात्रा में पाए जाते हैं। यह सतह साधारणतः कठोर होती है तथा अधिक गठीली होती है। इसे क्षितिज-B या मध्यम सतह कहते हैं।

निचली सतह C-क्षितिज कहलाती है जो कि चट्टानों के टुकड़ों, दरारों तथा विदारिकाओं से बनी होती है। इन सतहों के नीचे चट्टानों की सतहें होती हैं जिसे कुदाल से खोदना कठिन होता है।

क्रियाकलाप 2

जहाँ पर इमारतों की नींव के लिए या कुओं की खुदाई की जा रही हो उस भूमि की परिच्छेदिका को देखो या पहाड़ी क्षेत्रों की सड़कों को किनारे से या किसी गहरी नदी के किनारे से देखिए। क्षितिज के विभिन्न रंग, मृदा का गठन तथा कणों के लगभग आकार का अवलोकन करें। आप मृदा परिच्छेदिका में विभिन्न सतहों की गहराई की भी माप कर सकते हैं।

अपने प्रेक्षणों को सारणी 2.1 में लिखिए।

सारणी 2.1 मृदा परिच्छेदिका का अवलोकन

मृदा परिच्छेदिका का स्थल	*ऊपरी मृदा का रंग*	*क्षितिज A, B, C की मोटाई*	*क्षितिज A, B, C का गठन*
इमारत की नींव			
कुएँ/नहर की खुदाई			
पहाड़ी क्षेत्रों के सड़क का किनारा			
गहरी नदी का किनारा			

इनके उत्तर दीजिए

1. मृदा के प्रमुख अवयव कौन-कौन से हैं?
2. आपके द्वारा अवलोकन की गई मृदा परिच्छेदिका का सचित्र वर्णन करें।
3. मृदा परिच्छेदिका का कौन सा क्षितिज ह्यूमस संरक्षित करता है?

2.3 मृदा संरचना

मृदा खनिज कणों, कार्बनिक पदार्थों तथा जल में विभिन्न प्रकार के अकार्बनिक लवण विलयन, वायु एवम् जीवों से मिलकर बनी है। अत: मृदा का भौतिक एवम् रासायनिक गुण होता है। मृदा के भौतिक गुण के अंतर्गत इसके गठन, बनावट, रंग, छिद्रता, जल संरक्षण क्षमता एवम् मृदा में जीवों की उपस्थिति इत्यादि आते हैं। रासायनिक गुण जैसे अम्लता तथा मृदा में क्षारता, विभिन्न वनस्पतियों के साथ संबंध तथा इस पर उगाई जाने वाली फसलों को प्रभावित करते हैं। तापमान मृदा की जैविक, भौतिक एवम् रासायनिक संरचना को प्रभावित करता है। आर्द्र प्रदेशों में घुलनशील आधारभूत लवण जैसे कैल्सियम कार्बोनेट के निच्छोलने के कारण मृदा अम्लीय हो जाती है। लवणीय मृदा अधिकांशत: क्षारीय होती है।

क्रियाकलाप 3

कुछ सूखी मिट्टी लें, इसे धातु के बर्तन में रखें। इसे आग की लौ या मोमबत्ती पर गर्म करें। इसे ढक्कन से ढक दें। ढक्कन के भीतरी हिस्से में आप वाष्प की बूँदें पाओगे। अच्छे नतीजे के लिए धातु का गिलास या ऊष्मा प्रतिरोधी कॉंच की परखनली का उपयोग कर सकते हैं। इस क्रिया के उपरांत आप पाएंगे कि पूर्णत: सूखी दिखाई पड़ने वाली मृदा में भी जल का कुछ अंश जरूर होता है।

मृदा गठन इसके कण के आकार के बारे में बतलाता है। वह मृदा जिसके कणों का व्यास 2 mm से ज्यादा हो, उसे बजरी कहते हैं; 0.05 से 2.0 mm व्यास वाला कण रेत कहलाता है, 0.005 से 0.05 mm व्यास वाला कण गाद कहलाता है तथा 0.005 mm से कम आमाप वाले कण युक्त मृदा चिकनी मिट्टी कहलाती है। चिकनी मिट्टी उन्हीं गुणों को दर्शाती है जैसे कोलाइडी अवस्था में कण। मृदा का गठन विभिन्न आमाप के कणों का समानुपातिक हिस्सों के आधार पर निर्भर करता है। अत: मृदा को रेत, गाद, चिकनी मिट्टी की मात्रा के आधार पर रेतीली, दुमट तथा चिकनी मिट्टी में वर्गीकृत कर सकते हैं। दुमट मिट्टी पौधों के विकास के लिए बहुत

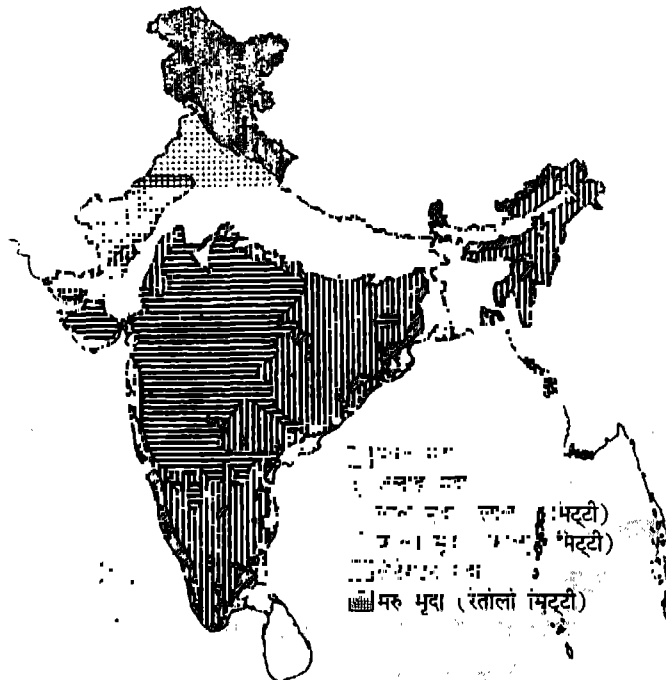
ही उचित होती है। यह बहुत सारे कणों को समायोजित करती है जिससे मृदा छिद्रदार रहती है तथा सूक्ष्म कणों के कारण इसमें जल संग्रहित करने की क्षमता अधिक होती है।

क्रियाकलाप 4

आप अपने बगीचे या मैदान की खुदाई करें। इसे पानी से भरे गिलास या कोई चौड़ी मुँह वाली बोतल में डुबाएं। आप देखेंगे कि बुलबुले निकल रहे हैं। आप विभिन्न स्थानों जैसे कि तालाब या नाले के नजदीक की मिट्टी खोदकर इस क्रिया को दोहरा सकते हैं। विभिन्न स्थानों से निकाली गई मिट्टी की समान मात्रा डालते समय जो बुलबुले निकले उसकी संख्या की तुलना करें। यह क्रिया इस बात की जानकारी देती है कि मृदा में वायु रहती है।

2.4 मृदा के प्रकार

जैसाकि कहा जा चुका है, मृदा को रेतीली, दुमट तथा चिकनी मिट्टी या काली, लाल तथा लैटेराइट (चट्टानों के भूपृष्ठीय परिवर्तन से बना सतही जमाव) में वर्गीकृत किया गया है। मृदा जो कि अपने निर्माण स्थल पर ही रहती है, उसे **अवशिष्ट मिट्टी** कहते हैं। जबकि ऐसी मिट्टी जिसका अभिगमन गुरुत्वाकर्षण, बहते पानी, वायु, या ग्लेसियर के कारण होता है, उसे **अभिगमित मिट्टी** कहते हैं। तीसरे वर्ग में पर्वतीय मिट्टी आती है, यह साधारणतः अवगमन या घाटी बेसिन या मंद ढलान में पाई जाती है।

अवशिष्ट मिट्टी लाल या काली या लैटेराइट हो सकती है। लाल मिट्टी अत्यधिक परिपक्व एवम् प्राचीन है तथा भारतीय प्रायद्वीप में पाई जाती है (चित्र 2.3)। इसमें चूना, मैग्नीशियम, फॉस्फोरस,

चित्र 2.3 मृदा के प्रमुख प्रकार का वितरण

नाइट्रोजन तथा ह्यूमस की कमी होती है परंतु पोटास प्रचुर मात्रा में होता है। काली मृदा (मिट्टी) को काली कपास मिट्टी के नाम से भी जाना जाता है। यह बेसाल्ट (बेसिक फेरोमैग्नीशियम लावा तथा राख की परत) से बनी होती है। काली मिट्टी चिकनी होती है तथा इसमें अत्यधिक मात्रा में लोह, कैल्सियम, मैग्नीशियम तथा एलुमिनियम होता है जबकि इसमें फॉस्फोरस तथा नाइट्रोजन की मात्रा कम होती है। लैटेराइट या लैटेरीटिक मिट्टी का रंग लाल होता है। यह लैटेराइट से बनता है। यह ज्यादातर एलुमिनियम तथा लोह के जलयोजित आक्साइड तथा स्फटिक कणों से मिलकर बनती है। इस तरह की मृदा अम्लीय होती है तथा साधारणतः इसमें ह्यूमस कम या नहीं के बराबर होती है तथा अनुर्वर होती है।

अभिगमित मृदा को उनके अभिगमन में उपयोग होने वाले तरीके के आधार पर वर्गीकृत किया गया है। गुरुत्वाकर्षण के कारण भूस्खलन या पहाड़ी क्षेत्रों में पंक प्रवाह के कारण अभिगमित मृदा **मिश्रोढ़ मृदा** कहलाती है।

बहते जल के कारण मृदा का अभिगमन **जलोढ़ मृदा** कहलाता है। इस तरह की मृदा स्तरित (सतहों वाली) तथा गोल एवम् चिकने कणों से बनी होती हैं। जलोढ़ जमाव में सूक्ष्म भूसंपर्कित गाद, चिकनी मिट्टी तथा बालू के स्तर होते हैं जो जल के बहाव पर निर्भर करता है। सिंधु-गंगा जलोढ़ मृदा दुमट एवम् कार्बनिक पदार्थों से भरपूर तथा अधिक आर्द्रता वाली होती है। वायु के द्वारा अभिगमित मृदा मुख्यतः बालू होती है जिसे रेतीली मृदा कहते हैं। मरुद्भिद् पौधे इसी मृदा पर उगते हैं तथा पवन प्रवाह को रोकने तथा मृदा बांधने का कार्य करते हैं। ग्लेशियर के द्वारा मृदा का अभिगमन ग्लेसियल प्रदेशों में पाया जाने वाला ग्लेसियल जमाव या अपोढ़ निक्षेप कहलाता है जैसे कि हिमालय।

पर्वतीय मृदा बलुआई पत्थरों, चिकनी मिट्टी, शेल तथा चूनापत्थरों से बनी होती है। मृदा का निचला हिस्सा कैल्सियम युक्त होता है तथा ऊपरी हिस्सा रेतीला एवम् चिकनी मिट्टी युक्त होता है।

मृदा को उनके गुणों के आधार पर अम्लीय, क्षारीय तथा उदासीन वर्गों में वर्गीकृत किया गया है। अत्यधिक अम्लीय या क्षारीय मृदा पर पौधे नहीं उगते। ज्यादातर उपजाऊ भूमि उदासीन मृदा से बनी होती है।

2.5 मृदा की महत्ता

मृदा भू-पटल पर लगभग अनवरत है। यह किन्हीं जगहों पर जैसे कि सिंधु घाटी मैदान में गहरी तथा ढालू पहाड़ी तथा ऊँचाई पर कम हो सकती है। यह कई जीवित प्राणियों का वास स्थान है तथा पृथ्वी पर जीवन-यापन करने में मुख्य भूमिका निभाती है। इन्हीं कारणों से मृदा को हमारी सभ्यता एवम् सभी धर्मों में पवित्र स्थान प्राप्त है। मातृभूमि का हमारे जीवन में तथा जीवित रहने के योगदान के बारे में अनेक प्राचीन आलेखों में वर्णन किया गया है।

आप जानते हैं कि पौधों को विकास के लिए मृदा की आवश्यकता पड़ती है। पशुओं के साथ-साथ हमें भी जीवित रहने के लिए पौधों की आवश्यकता है। मृदा हजारों सूक्ष्म जीवों का वास-स्थान भी है, जो मृत तथा क्षयमान पौधों एवम् पशुओं को अपघटित करते हैं। मृदा कई अन्य जीवों जैसे कीड़े, केंचुए, साँप तथा कृंतकों का वास स्थान है।

क्रियाकलाप 5

मृदा के कुछ नमूने अपने लॉन या बगीचे, धान का खेत, कच्छ भूमि, तालाब तथा नाले से लें। प्रत्येक को अलग बर्तन में पानी में घोलें। मृदा को पूरी तरह मिलाकर बैठ जाने दें। प्रत्येक बर्तन में विभिन्न पौधों एवम् जीवों की उपस्थिति देखें। अगर संभव हो तो उनकी संख्या एवम् प्रकार को भी लिखें।

2.6 मृदा प्रदूषण एवम् अपरदन

पृथ्वी पर जीवन निर्वाह करने के लिए मृदा एक प्रमुख संसाधन है। यद्यपि, मनुष्यों द्वारा इसका लगातार दुरुपयोग हो रहा हे। कृषि, इमारत, सड़क तथा बाँध बनाने के लिए जंगलों की लगातार कटाई से मृदा का अपरदन होता है। रासायनिक उर्वरकों तथा अपशिष्ट पदार्थों के मिल जाने से मृदा का प्रदूषण होता है। बाढ़ एवम् पशुओं के अतिचारण से मृदा के पोषक तत्वों का अपरदन होता है, फलस्वरूप यह अनुर्वर तथा अनुपयोगी हो जाती है।

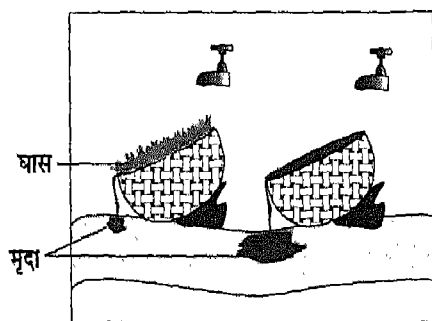
मृदा का अपरदन एक प्राकृतिक प्रक्रम है, जो उतना ही पुराना है जितनी कि पृथ्वी। अपरदन से मृदा का अभिगमन एक जगह से दूसरी जगह हो जाता है। यह जल (बाढ़) या हवा के द्वारा हो सकता है। आजकल मृदा अपरदन की दर मनुष्यों की क्रियाओं के कारण बहुत तेज हो गई है। फलस्वरूप मृदा अपरदन की दर प्रकृति में मृदा निर्माण की दर से बहुत अधिक हो गई है। मृदा अपरदन विश्व के लिए चिंता का विषय बन गया है क्योंकि इससे हमारे संसाधन का आधार नष्ट हो रहा है।

कुल भूमि क्षेत्र की तुलना में ऊपरी मृदा की नष्ट होने की दर हमारे देश में अधिक है। अधिक जनसंख्या घनत्व वाले क्षेत्रों में तथा कृषि कार्यो में वृद्धि के कारण इसकी दर अधिक हो गई है। एक ही प्रकार की फसल को लगातार उगाये जाने से भी मृदा की उर्वरता को नुकसान पहुँचता है। एक बार ऊपरी मृदा के नष्ट हो जाने से (लगभग 20 cm मोटी) उसके नीचे की मृदा खेती की सतह बन जाती है। इस सतह में पोषण, कार्बनिक पदार्थ तथा वायु अवशोषण की क्षमता कम होती है। मृदा एक जीवित प्राणी तंत्र की तरह इन कारकों से बाधित होती है, जिसका प्रभाव मृदा की उर्वरता एवम् फसलों की उत्पादकता पर पड़ता है। वनों की कटाई, बाढ़ तथा अतिचारण भूमि अपरदन के कुछ प्रमुख कारण हैं। आप जानते हैं कि रासायनिक उर्वरकों में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम, जिंक तथा मैग्नीशियम जैसे तत्व पाए जाते है। मृदा में इन तत्वों की अधिक उपस्थिति से मृदा की संरचना प्रभावित हो सकती है।

वनों में आग लगने तथा खेती के लिए भूमि की गहरी खुदाई से भी मृदा का अपरदन होता है। आप जानते हैं कि जल तथा वायु कम वनस्पति या वनस्पति विहीन स्थानों से मृदा की ऊपरी सतह को उड़ाकर ले जाते हैं। पौधे, घास तथा झाड़ियाँ मृदा को जगह पर बाँध कर रखते हैं।

क्रियाकलाप 6

दो टोकरी या ट्रे लें। उनमें बगीचे की मिट्टी भर दें। एक में घास या अनाज उगाएँ तथा कुछ दिनों तक उसमें पानी डालें। दोनों को ईंट लगाकर थोड़ी झुकी हुई अवस्था में रखें।

अब दोनों टोकरियों में पानी डालें या नल से पानी गिरने दें। आप पाएंगे कि जिस टोकरी में पौधे लगे हैं उसमें से कम मृदाकण बहकर निकल रहे हैं। इससे यह सिद्ध होता है कि पौधों की जड़ें मृदा को बाँध कर रखती हैं तथा इसे पानी के बहाव के साथ बहने से रोकती हैं (चित्र 2.4)।

चित्र 2.4 पौधे मृदा अपरदन की रोकथाम करते हैं

मृदा अपरदन उर्वर मृदा को नष्ट करने के अलावा और भी नुकसान पहुँचाता है। अवनालिकाओं के बनने से सड़क तथा इमारतों को नुकसान पहुँचता है। हवा तथा बाढ़ के द्वारा बहाकर लाई गई मृदा अधिकांशत: तालाबों, झीलों तथा नदियों में जमा हो जाती है। यह जल को पंकिल बना देती है जिससे तालाबों, झीलों तथा नदियों की गहराई कम हो जाती है। गाद के कारण उनके स्तर ऊँचे हो जाते हैं जिससे जलीय प्राणियों पर बुरा प्रभाव पड़ता है। इसके अतिरिक्त यह क्षेत्र बाढ़ के प्रकोप का क्षेत्र बन जाता है जिसके फलस्वरूप स्थानीय जलवायु तथा पारिस्थितिकी प्रभावित हो सकती है।

उपरोक्त कारकों पर बहुत हद तक नियंत्रण करके मृदा अपरदन को रोका जा सकता है। पौधे लगाना तथा वनों का संरक्षण करना प्रमुख उपाय है; जो कि हमारी संस्कृति का हिस्सा रहा है। हमारे देश में सरकार के कई कार्यक्रम हैं जिनके द्वारा मृदा संरक्षण किया जा सकता है तथा मृदा अपरदन को रोका जा सकता है। ऊसर (बेकार) भूमि का विकास, खड्ड भूमि उद्धार तथा स्थानांतरी कृषि को अपनाकर मृदा अपरदन को रोका जा रहा है।

इनके उत्तर दीजिए

1. मृदा में उपस्थित विभिन्न प्रकार के कणों का नाम बताइए।
2. विभिन्न प्रकार की मृदा तथा उनके वर्गीकरण के आधार की व्याख्या करिए।
3. मृदा अपरदन पर एक टिप्पणी लिखिए।

प्रमुख शब्द

ह्यूमस, चट्टान, मृदा प्रदूषण, अपरदन, मृदा परिच्छेदिका, भूकंप, अपक्षय, मृदा निर्माण, ऊपरी मृदा, क्षितिज, बालू, चिकनी मिट्टी, गाद, अभिगमित मृदा, अवशिष्ट मृदा, काली मृदा, लाल मृदा, लैटेरीटिक मृदा, जलोढ़ मृदा।

सारांश

- मृदा भू-पटल की ऊपरी सतह है।
- जल, बर्फ, वायु आदि प्राकृतिक कारणों से चट्टान टूट कर छोटे-छोटे टुकड़ों में परिवर्तित हो जाती हैं जो बाद में मृत तथा क्षयमान कार्बनिक पदार्थों (ह्यूमस) के साथ मिलकर मृदा बनाते हैं।
- मृदा कई जीवित जीवों जैसे बैक्टीरिया, कवक, प्रोटोजोआ तथा केंचुओं के लिए वास स्थान होती है।
- मृदा परिच्छेदिका विभिन्न मृदा सतहों का खंड हैं जिसे क्षितिज कहा जाता है।
- साधारणतः मृदा खनिज कणों, कार्बनिक पदार्थों, वायु, जीवों, जल तथा विभिन्न अकार्बनिक लवणों से मिलकर बनती है।
- बजरी, बालू, गाद, चिकनी मिट्टी मृदा में उपस्थित रहने वाले विभिन्न कण हैं।
- मृदा को उनके कण के आमाप के आधार पर बलुआई, दुमट एवम् चिकनी मिट्टी के रूप में विभाजित किया गया है तथा इसे खनिज के प्रकार के आधार पर काली, लाल, लैटेराइट श्रेणियों में रखा गया है।
- पृथ्वी पर जीवन-निर्वाह के लिए मृदा बहुत आवश्यक है।
- वन कटाव, सड़कों, बाँध तथा इमारतों के बनने एवम् अपशिष्ट पदार्थों के निपटारे से मृदा प्रदूषण तथा मृदा अपरदन होता है।
- मृदा अपरदन की रोकथाम पौधे उगाकर, खड्ड भूमि सुधार तथा स्थानांतरी कृषि के माध्यम से की जा सकती है।

अभ्यास

1. मृदा निर्माण में प्रयुक्त होने वाले विभिन्न चरणों का वर्णन कीजिए।
2. किसी मैदान में मृदा के कणों का आकार 2 mm से अधिक है। यह किस प्रकार की मृदा है?
3. अवशिष्ट मृदा को मृदा के किस वर्ग में रखा गया है?
4. एक स्थान पर मृदा बलुआई पत्थरों, चिकनी मिट्टी, शेल तथा चूना पत्थरों से बनी पाई जाती है। यह मृदा का कौन-सा प्रकार है तथा इसका निर्माण कैसे हुआ?
5. हमारे लिए मृदा की आवश्यकता पर एक लेख लिखिए।
6. मृदा के विभिन्न कणों के नाम तथा उनके आकार के बारे में लिखिए।
7. मृदा अपरदन के मुख्य कारण क्या-क्या हैं?
8. आप यह कैसे बताएंगे कि वनस्पति की उपस्थिति मृदा अपरदन रोकती है।

अध्याय 3

वायु

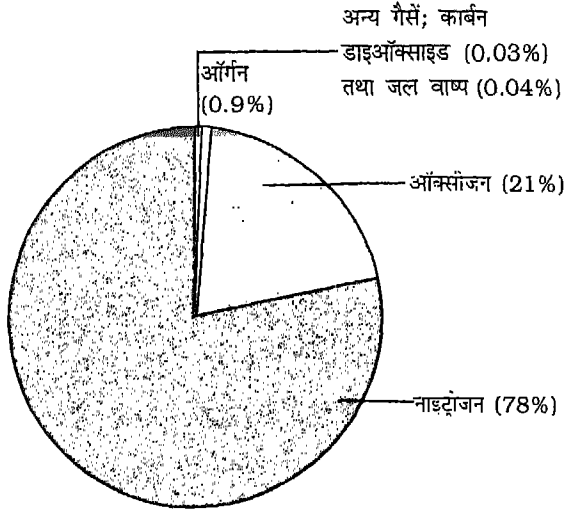
वायु से आप परिचित हैं। वायु कई गैसों का मिश्रण है। यह पृथ्वी पर सर्वत्र व्याप्त है। आपने वायु से भरे गुब्बारे देखे हैं। साइकिल, स्कूटर, कार एवम् ट्रक जिन चक्कों पर चलते हैं उन पर वायु से भरे हुए टायर चढ़े होते हैं। हम वायु से चारों ओर से घिरे घने क्षेत्र में रहते हैं जिसे वायुमण्डल कहते हैं। सभी सजीवों को किसी न किसी रूप में वायु की आवश्यकता होती है। इसकी प्रकृति के विभिन्न प्रक्रमों, जैसे कि जल का पुनः चक्रण, में महत्त्वपूर्ण भूमिका है। इस अध्याय में हम अपने दैनिक जीवन में वायु एवम् वायुमण्डल की भूमिका का अध्ययन करेंगे। हम वायुमण्डलीय दाब एवम् उसके मापन का भी अध्ययन करेंगे। हम यह भी सीखेंगे कि हमारे चारों ओर व्याप्त वायु की गुणात्मकता को नियंत्रित करना आवश्यक क्यों है।

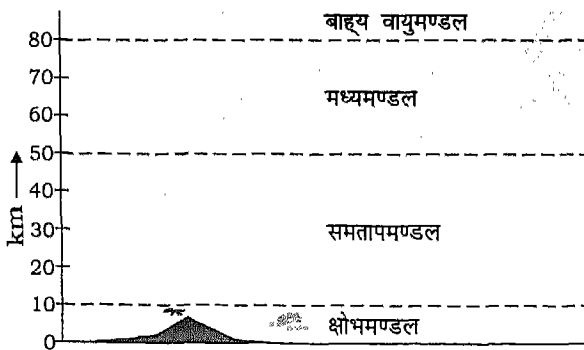
3.1 वायु एक मिश्रण है

आप जानते हैं कि वायु, जो हमारी पृथ्वी के चारों ओर के वायुमण्डल का निर्माण करती है, गैसों का मिश्रण है। इसमें मुख्यतः नाइट्रोजन एवम् ऑक्सीजन तथा सूक्ष्म मात्रा में ऑर्गन, कार्बन डाइऑक्साइड, जलवाष्प एवम् अति सूक्ष्म मात्रा में हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन एवम् जीनॉन गैसें उपस्थित हैं। वायुमण्डल में ऑक्सीजन की उपस्थिति के बिना मनुष्य, प्राणी (जलीय प्राणियों सहित) तथा वानस्पतिक जीवन संभव ही नहीं है। वायुमण्डल में उपस्थित विभिन्न गैसों को, विभिन्न उद्देश्यों के लिए, एक दूसरे से अलग किया जा सकता है। नाइट्रोजन, औद्योगिक एवम् वैज्ञानिक अनुप्रयोगों में प्रयुक्त होती है। ऑर्गन एवम् निऑन को विद्युत बल्बों तथा हीलियम को गुब्बारों में भरा जाता है।

3.2 वायुमण्डल

वायु में लगभग 78% नाइट्रोजन, 21% ऑक्सीजन, 0.5% ऑर्गन, 0.04% जलवाष्प, 0.03% कार्बन डाइऑक्साइड तथा शेष निऑन, हीलियम, क्रिप्टॉन

तथा जीनॉन हैं एवम् अन्य घटक अति सूक्ष्म मात्रा में उपस्थित रहते हैं (चित्र 3.1)।

चित्र 3.1 वायु का संघटन

हमारा वायुमण्डल पृथ्वी से लगभग 120 km की ऊँचाई तक व्याप्त है। किंतु वायु का संघटन उसका ताप तथा अन्य स्थितियां ऊँचाई के साथ बदलती रहती हैं। अध्ययन की सुविधा की दृष्टि से वायुमण्डल को चार प्रमुख स्तरों में विभाजित किया गया है। ये हैं: क्षोभमण्डल, समतापमण्डल, मध्यमण्डल तथा बाह्य वायुमण्डल (चित्र 3.2)।

चित्र 3.2 वायुमण्डल की संरचना

पृथ्वी की सतह के सबसे निकट की वायु सतह को क्षोभमण्डल कहते हैं। वायुमण्डल के संपूर्ण द्रव्यमान का सबसे अधिक अंश इसमें उपस्थित रहता है। पृथ्वी के निकट की वायुमण्डलीय वायु का ताप पृथ्वी की सतह के ताप के लगभग बराबर होता है। किंतु जैसे-जैसे हम ऊपर जाते हैं, इस सतह का ताप कम होता जाता है। क्षोभमण्डल में प्रति एक किलोमीटर ऊपर बढ़ने पर औसत तापमान 6 डिग्री सेल्सियस कम हो जाता है। इसी प्रकार, ऊँचाई के साथ क्षोममण्डल में जलवाष्प की मात्रा भी तेजी से घटती जाती है।

वायुमण्डल में वायु की दूसरी मुख्य सतह समताप मण्डल कहलाती है। यह पृथ्वी की सतह से 10 से 50 km की ऊँचाई तक व्याप्त है। समतापमण्डल में वायु का ताप लगभग 25 km की ऊँचाई तक अधिकांशत: स्थिर रहता है।

पृथ्वी की सतह से 50 से 80 km ऊँचाई तक का वायुमण्डल मध्यमण्डल कहलाता है। मध्यमण्डल में ताप क्षोभमण्डल या समतापमण्डल की तुलना में कम होता है। मध्यवायुमण्डल के ऊपर के वायुमण्डल को बाह्य वायुमण्डल कहते हैं। बाह्य वायुमण्डल में ताप ऊँचाई बढ़ने के साथ बढ़ता है। यह वृद्धि वायुमण्डल के इस तल में उपस्थित आक्सीजन की सीमित मात्रा द्वारा सूर्य की तीव्र विकिरणों के अवशोषण के फलस्वरूप होती है।

वायुमण्डल का अध्ययन हमारे लिए बहुत उपयोगी है। बादलों के बनने, वर्षा होने एवम् हिम निर्माण में वायुमण्डल की महत्त्वपूर्ण भूमिका है। यह सूर्य के कुछ हानिकारक विकिरणों को पृथ्वी की सतह तक पहुँचने से रोकता है। यह

पवन प्रवाह में भी सहायक है। इसके अध्ययन से मौसम की भविष्यवाणी में भी मदद मिलती है। मौसम की भविष्यवाणी मूसलाधार वर्षा, बादलों के फटने, चक्रवात, एवम् शुष्क दौर से जन, पशु एवम् फसलें बचाने के लिए आवश्यक उपाय करने में मदद करती है। यह हमें सूखे एवम् बाढ़ से बचाव के समुचित उपाय अपनाने में भी मदद करती है। दूसरे शब्दों में, मौसम की भविष्यवाणी हमें विनाश के प्रबंधन में सहायता करती है।

इनके उत्तर दीजिए

1. वायु में उपस्थित गैसों के नाम लिखिए। इनमें कौन-सी गैस बहुतायत में पाई जाती है?
2. वायुमण्डल की रचना कैसे होती है? वायुमण्डल के चार स्तरों के नाम लिखिए।
3. हमारे दैनिक जीवन में मौसम की भविष्यवाणी का क्या महत्त्व है?
4. वायुमण्डल की कौन-सी परत पृथ्वी की सतह के निकटतम है?

3.3 वायुमण्डलीय दाब

पिछली कक्षाओं में आप दाब के विषय में पढ़ चुके हैं। वायुमण्डलीय वायु का दाब, जिसे सामान्यत: वायुमण्डलीय दाब कहते हैं, पृथ्वी पर जीवन के लिए अत्यधिक महत्त्वपूर्ण है। आप जानते हैं कि वायुमण्डल पूर्णत: गैसों का मिश्रण है। अत: वायुमण्डलीय व्यवहार के पैटर्न को समझने के लिए हमें गैसों के व्यवहार को समझना होगा।

लगभग सभी गैसों में कुछ निश्चित गुण होता हैं। इनमें से प्रत्येक गुण हमारे वायुमण्डल में वायु के व्यवहार को समझाने में उपयोगी है। गैसों के कुछ ऐसे गुण जो हमारे वायुमण्डल के व्यवहार को प्रभावित करते हैं, इस प्रकार हैं:

(i) वायुमण्डल में गैसें सतत् एक दूसरे में मिश्रित एवम् विसरित होती रहती हैं।

(ii) सूर्य की ऊष्मा वायुमण्डलीय गैसों को गर्म करती है जिसके फलस्वरूप वायुमण्डल में उपस्थित वायु का ताप, दाब एवम् घनत्व बदलता रहता है। यह पवन के बनने का कारण है।

(iii) वायु को संपीड़ित किया जा सकता है।

(iv) वायुमण्डल अपने परिवेश पर दाब डालता है। इसे हम **वायुमण्डलीय दाब** कहते हैं। यह स्थान की ऊँचाई पर निर्भर करते हुए एक स्थान पर दूसरे स्थान की तुलना में भिन्न होता है।

वायु का दाब, वायु में उपस्थित गैसों के सूक्ष्म अणुओं के बर्तन अथवा जिस पात्र में वह रखा गया है उसकी दीवारों से सतत् टकराने के फलस्वरूप उत्पन्न होता है। हम स्वयं भी अपने शरीर पर कार्यरत वायुदाब का अनुभव कर सकते हैं। कभी-कभी विशेषकर अधिक ऊँचाई पर, हमारे कान के परदों पर पड़ने वाले वायु दाब को संतुलित करने के लिए हमारे कान एक तरह से खड़े हो जाते हैं। आइए एक सरल क्रियाकलाप करें:

क्रियाकलाप 1

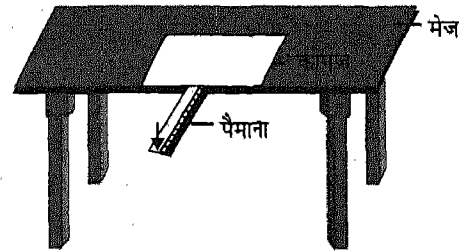
एक साइकिल पंप एवम् एक फुटबाल पंप लीजिए। साइकिल पंप की सहायता से एक गुब्बारे एवम् एक साइकिल ट्यूब को फुलाइए। इसी प्रकार, फुटबाल पंप का उपयोग करके फुटबाल में कुछ वायु भरिए। आप देख सकते हैं कि गुब्बारा, साइकिल ट्यूब एवम्

फुटबाल तीनों ही फूल गए हैं। यह कैसे होता है? वायु में उपस्थित गैसों के सूक्ष्म कण गुब्बारे, साइकिल-ट्यूब एवम् फुटबाल की भीतरी दीवारों से टकराकर उन पर दाब डालते हैं। इन भीतरी दीवारों पर वायु के दाब के कारण वे गुब्बारे फूल जाते हैं।

पृथ्वी पर लगने वाला वायुदाब पृथ्वी के गुरुत्व के फलस्वरूप उत्पन्न वायु के भार के कारण होता है। गुरुत्वाकर्षण बल वायु को भार प्रदान करता है। इसे वायुमण्डलीय दाब भी कहते हैं। इसके फलस्वरूप पृथ्वी की सतह के निकटतम व्याप्त वायु उसके ऊपर की वायु के भार से संपीड़ित होती है। वायुमण्डलीय दाब में सबसे अधिक परिवर्तन ऊँचाई में परिवर्तन से होता है। पृथ्वी के विभिन्न भागों में वायुदाब का अंतर पवन को जन्म देता है।

आप कक्षा VI में पढ़ चुके हैं कि हमारा शरीर वायुमण्डल द्वारा उस पर डाले गए अत्यधिक दाब को कैसे सहन करता है। आइए, इसे समझने के लिए एक सरल प्रयोग करें:

क्रियाकलाप 2

एक फुलस्कैप (foolscap) साइज़ का कागज़ लीजिए और उसे एक समतल मेज़ पर फैलाइए। अब चित्र 3.3 में दर्शाए अनुसार कागज़ के नीचे एक फुट्टा इस प्रकार रखिए कि उसका एक सिरा मेज़ के बाहर रहे। अब कागज़ को मेज़ पर रखे फुट्टे के ऊपर इस प्रकार बिछाइए कि कागज़ एवम् मेज़ के पृष्ठ के बीच की संपूर्ण वायु निकल जाए। क्या आप फुट्टे के मुक्त सिरे को दबाकर कागज़ को ऊपर उठा सकते हैं? नहीं। कागज पर लगने वाला वायुदाब इतना अधिक है कि फुट्टे पर लगाया गया बल कागज़ को ऊपर उठाने के लिए पर्याप्त नहीं

चित्र 3.3 वायुमण्डलीय दाब का प्रदर्शन

है। आपने घरों और दुकानों में लगे हुए चूसक कप देखे होंगे। ये इसी सिद्धांत पर कार्य करते हैं। इन्हें दीवारों, दरवाजों एवम् खिड़कियों पर अधिक वजन वाली वस्तुओं को लटकाने के लिए भी चिपकाया जाता है।

पिछली कक्षा में आप पढ़ चुके हैं कि मानक (SI) मात्रकों में दाब को पास्कल (Pascals, Pa); में व्यक्त किया जाता है। एक न्यूटन (N) बल द्वारा एक वर्गमीटर क्षेत्र पर लगने वाला दाब एक पास्कल (Pa) कहलाता है। चूंकि पास्कल दाब की बहुत छोटी इकाई है, अत: हम वायुदाब को सामान्यत: किलोपास्कल (kPa) [$1kPa=10^3$ Pa] में व्यक्त करते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. वायुमण्डलीय दाब का क्या अर्थ है?
2. "वायु दाब डालती है" इसे दर्शाने के लिए दो उदाहरण दीजिए।
3. हमारे लिए वायुमण्डलीय दाब का क्या महत्त्व है?

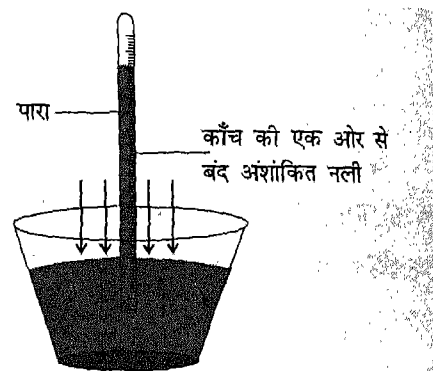
3.4 वायुमण्डलीय दाब का मापन

वायुमण्डलीय दाब का मापन जिस युक्ति से किया जाता है उसे बैरोमीटर कहते हैं। बैरोमीटर दो प्रकार के होते हैं: पारद बैरोमीटर तथा ऐनीरॉयड बैरोमीटर।

जैसा कि ऊपर कहा जा चुका है, वायुमण्डलीय दाब, वायुमण्डल द्वारा पृथ्वी की सतह पर वायु के भार के फलस्वरूप लगने वाला दाब है। इसे वायुमण्डलीय भार द्वारा पृथ्वी की एक इकाई क्षेत्र पर लगने वाले बल के रूप में मापा जाता है। चूंकि यह बल किसी तरल पदार्थ (द्रव अथवा गैस) द्वारा सभी दिशाओं में समान रूप से संचरित होता है, अतः इसे किसी द्रव, जैसे कि पारे (मर्करी), के स्तंभ की ऊँचाई के प्रेक्षण द्वारा मापा जाता है जो अपने दाब द्वारा वायुमण्डल के दाब को पूर्णतः संतुलित करता है। द्रव पारा, जिसका घनत्व 13.6 g/cm^3 है, बैरोमीटर में उपयोग करने के लिए सबसे अधिक उपयुक्त पदार्थ है। सामान्यतः वायुमण्डलीय दाब (समुद्र तल पर वायुमण्डल का दाब) पारे के 760 mm ऊँचे स्तंभ को स्थिर रख सकता है।

सामान्यतः मानक वायुमण्डलीय दाब को 760 mm पारा-स्तंभ के दाब, जो 1.03 kg/cm^2 या 101.3 किलो पास्कल के तुल्य होता है, के बराबर माना जाता है।

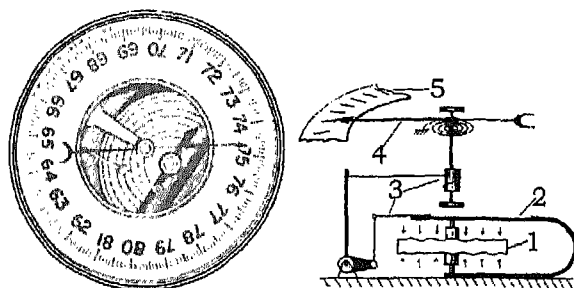
पारद बैरोमीटर

आइए देखें कि हम इस वायुमण्डलीय दाब का मापन कैसे कर सकते हैं? वायुमण्डलीय दाब के मापन के लिए हम सामान्यतः पारद बैरोमीटर का उपयोग करते हैं। साधारण पारद बैरोमीटर काँच की लगभग 840 mm ऊँची नली का बना होता है जिसका एक सिरा बंद एवम् दूसरा खुला होता

चित्र 3.4 पारद बैरोमीटर

है (चित्र 3.4)। जब इस नली को पारे से भरकर पारे से ही भरे एक टब में उल्टाया जाता है तो नली में पारा नीचे गिरकर टब में रखे पारे की सतह से 760 mm की ऊँचाई पर स्थिर हो जाता है। नली के ऊपरी भाग में लगभग पूर्णतः निर्वात होता है। वायुमण्डलीय दाब में परिवर्तन के फलस्वरूप नली में पारे की ऊँचाई थोड़ी घटती अथवा बढ़ती है जो समुद्र सतह पर 737 mm से कम एवम् 775 mm से अधिक शायद ही कभी होती है। पारद बैरोमीटर में पारे के तल को एक विशेष प्रकार के अंशांकित पैमाने से पढ़ा जाता है जो वर्नियर संलग्नी कहलाता है।

द्रव बैरोमीटर के लिए पारा एक आदर्श द्रव है क्योंकि उसके उच्च घनत्व के कारण स्तंभ की ऊँचाई कम रहती है। साथ ही वह पात्र की दीवारों से चिपकता भी नहीं है। पारद बैरोमीटर का उपयोग विद्यालयों, प्रयोगशालाओं और प्रमुख मौसम केंद्रों में किया जाता है।

ऐनीरॉयड बैरोमीटर

ऐनीरॉयड बैरोमीटर, पारद बैरोमीटर के समान ही यथार्थ किंतु और अधिक सुविधाजनक है

चित्र 3.5 ऐनीरॉयड बैरोमीटर

(चित्र 3.5)। इसमें पारे (पारद) का उपयोग नहीं होता।

ऐनीरॉयड बैरोमीटर में सूचक के साथ एक पैन जोड़कर इसे बैरोग्राफ या अभिलेखीय बैरोमीटर में बदला जा सकता है। पैन की स्याही से बने ग्राफ को बैरोग्राम कहते हैं जो एक घूमने वाले बेलन पर लिपटे कागज़ पर पैन की सहायता से बनता है। ऐनीरॉयड बैरोमीटर की सत्यता बनाए रखने के लिए उसका नियमित रूप से परीक्षण करके पारद बैरोमीटर से मिलान किया जाता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. सामान्य वायुमण्डलीय दाब का क्या मान है? वायुमण्डलीय दाब का मात्रक क्या है?
2. वायुमण्डलीय दाब के मापन की युक्ति का नाम लिखिए।

3.5 वायु के घटक

हम पढ़ चुके हैं कि वायु गैसों का मिश्रण है। इसमें अन्य गैसों के अतिरिक्त नाइट्रोजन एवम् ऑक्सीजन उपस्थित हैं। ऑक्सीजन श्वसन के लिए आवश्यक है जब कि नाइट्रोजन के उर्वरक के निर्माण जैसे अनेक उपयोग हैं। इनके अतिरिक्त अनेक अन्य सर्वप्रथम उपयोगों के लिए आवश्यक ऑक्सीजन एवम् नाइट्रोजन को वायुमण्डलीय वायु से पृथक किया जाना आवश्यक है। इसके लिए द्रवित वायु का प्रभाजी आसवन कर विभिन्न प्रभाज प्राप्त किए जाते हैं। प्रभाजी आसवन से विभिन्न क्वथनांक वाले प्रभाज एक दूसरे से अलग हो जाते हैं (सारणी 3.1)। इस आसवन से

सारणी 3.1: वायु में उपस्थित गैसों के क्वथनांक

गैस	*क्वथनांक (°C)*	*मिश्रण में अनुपात (%)*
कार्बन डाइऑक्साइड (ऊर्ध्वपातन*)	—32	0.03
जीनॉन	—108	×
क्रिप्टॉन	—153	×
ऑक्सीजन	—183	20.99
ऑर्गन	—186	0.93
नाइट्रोजन	—196	78.03
निऑन	—246	×
हीलियम	—249	×

* ठोस का सीधे गैस में एवम् गैस का सीधे ठोस में परिवर्तन ऊर्ध्वपातन कहलाता है। इसमें द्रव अवस्था प्राप्त नहीं होती है। कुछ सरल अणुओं में यह वायुमण्डलीय दाब पर ही हो जाता है (उदाहरणार्थ CO_2 एवम् आयोडीन)।

× अतिसूक्ष्म मात्रा का सूचक

विभिन्न प्रभाजों के रूप में प्राप्त गैसों के महत्त्वपूर्ण उपयोग हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. प्रभाजी आसवन क्या है? इस विधि का उपयोग करके आप वायु के विभिन्न घटकों को कैसे अलग करेंगे?
2. द्रवों के कौन से गुण-धर्म के आधार पर नाइट्रोजन एवम् ऑक्सीजन को एक दूसरे से अलग किया जा सकता है?

3.6 ऑक्सीजन

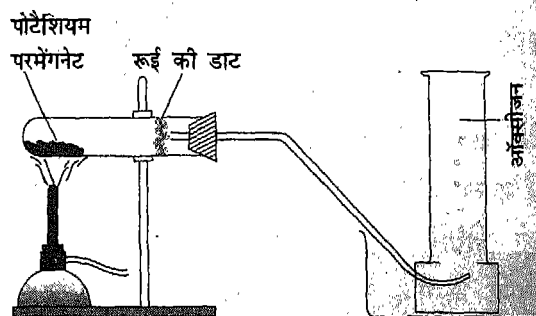
हम सभी अपने दैनिक जीवन में ऑक्सीजन के महत्त्व से परिचित हैं। हमारे चारों ओर के वायुमण्डल में ऑक्सीजन द्विपरमाण्विक अणु (O_2) के रूप में विद्यमान है। पृथ्वी पर हमारा जीवन ऑक्सीजन पर निर्भर है। आप में से बहुत से लोग ओज़ोन से परिचित होंगे। इसमें ऑक्सीजन के तीन परमाणु आपस में जुड़े रहते हैं (O_3)। ओज़ोन ऊपरी वायुमण्डल में समताप-मण्डल में पाई जाती है। यह हानिकारक पराबैंगनी विकिरणों को पृथ्वी पर पहुँचने से रोकती है। औद्योगिक उपयोगों के लिए ऑक्सीजन द्रव वायु के प्रभाजी आसवन से प्राप्त की जाती है। आइए, ऑक्सीजन के बनाने की विधि, गुणधर्मो एवम् उपयोगों का अध्ययन करें।

ऑक्सीजन विरचन की प्रयोगशाला विधि

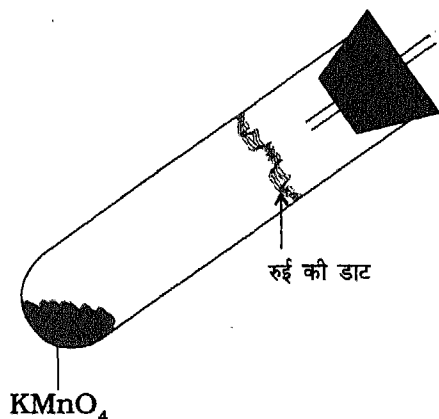
बहुत से पदार्थों, जिनके अणुओं में ऑक्सीजन तत्व उपस्थित होता है, का ऊष्मा द्वारा विखंडन कर शुद्ध ऑक्सीजन प्राप्त की जा सकती है।

प्रयोगशाला में ऑक्सीजन पोटैशियम परमेंगनेट ($KMnO_4$) अथवा पोटैशियम ($KClO_3$) को गर्म करके प्राप्त की जा सकती है।

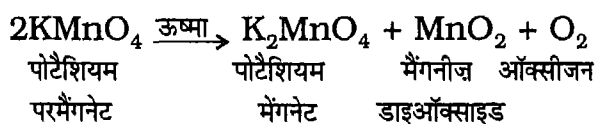
क्रियाकलाप 3

चित्र 3.6 में दिखाए अनुसार उपकरण को जोड़िए। गैस को एकत्र करने के लिए परखनली के स्थान पर ढक्कन सहित गैस जार का उपयोग कीजिए।

***चित्र 3.6** ऑक्सीजन का प्रयोगशाला में विरचन*

एक क्वथन नली अथवा दृढ़ काँच की परखनली में लगभग 0.5g $KMnO_4$ लीजिए। इसे बर्नर की ज्वाला में गर्म कीजिए। निकलने वाली गैस जल से भरे गैस जार को जल से भरे टब में उल्टाकर, जल के नीचे की ओर विस्थापन द्वारा इकट्ठी की जा सकती है। चूँकि ऑक्सीजन जल में बहुत अल्प विलेय है अत: इसे इस विधि द्वारा इकट्ठा किया जा सकता है। आप किसी भी गैस जार में ऑक्सीजन की उपस्थिति का परीक्षण उसमें सुलगता हुआ कोयले का टुकड़ा ले जाकर कर सकते हैं। अपने प्रेक्षण को लिखिए। सुलगता हुआ कोयला लौ के साथ जलने लगता है।

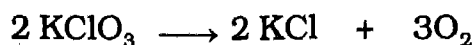
सावधानी – पोटैशियम परमैंगनेट से ऑक्सीजन बनाते समय क्वथन नली के मुँह पर रुई का एक डाट लगाना चाहिए जिससे $KMnO_4$ उछलकर उस गैस जार में न चला जाए जिसमें ऑक्सीजन इकट्ठी की जा रही है (चित्र 3.7)।

चित्र 3.7 क्वथन नली के मुँह पर रुई की डाट

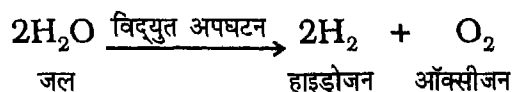
गर्म करने पर, पोटैशियम परमेंगनेट निम्न रासायनिक समीकरण के अनुसार ऑक्सीजन मुक्त करता है:

$$\underset{\text{पोटैशियम परमैंगनेट}}{2KMnO_4} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{पोटैशियम मेंगनेट}}{K_2MnO_4} + \underset{\text{मैंगनीज़ डाइऑक्साइड}}{MnO_2} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2}$$

क्रियाकलाप 4

ऑक्सीजन, पोटैशियम क्लोरेट को थोड़े से मैंगनीज डाइऑक्साइड, जो उत्प्रेरक का कार्य करता है, की उपस्थिति में गर्म कर भी प्राप्त की जा सकती है (उत्प्रेरक वह पदार्थ है जो अभिक्रिया में भाग लिए बिना किसी अभिक्रिया के वेग को बढ़ा सकता है)।

पोटैशियम क्लोरेट को गर्म करने पर पोटैशियम क्लोराइड एवम् ऑक्सीजन निम्नलिखित समीकरण के अनुसार प्राप्त होते हैं।

$$\underset{\text{पोटैशियम क्लोरेट}}{2\,KClO_3} \longrightarrow \underset{\text{पोटैशियम क्लोराइड}}{2\,KCl} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{3O_2}$$

अधिक मात्रा में ऑक्सीजन द्रव वायु से प्राप्त की जाती है। यह जल के विद्युत अपघटन से भी प्राप्त की जाती है। जैसा कि आप पिछली कक्षाओं में पढ़ चुके हैं विद्युत से जल का निम्नानुसार अपघटन होता है:

$$\underset{\text{जल}}{2H_2O} \xrightarrow{\text{विद्युत अपघटन}} \underset{\text{हाइड्रोजन}}{2H_2} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2}$$

इस प्रकार प्राप्त ऑक्सीजन को भंडारण एवम् परिवहन के लिए स्टील की मोटी दीवारों वाले सिलिंडरों में पंप द्वारा भर लिया जाता है।

गुणधर्म

भौतिक गुणधर्म

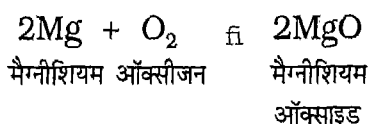
ऑक्सीजन रंगहीन एवम् गंधहीन गैस है। यह वायु से थोड़ी सी भारी है। यह जल में अल्प विलेय है। ऑक्सीजन के इस गुण के कारण जलीय पौधे एवम् जंतु जल में जीवित रहते हैं।

रासायनिक गुणधर्म

ऑक्सीजन के रासायनिक गुण बहुत रोचक हैं। आइए, ऑक्सीजन के कुछ रासायनिक गुणधर्मों का अध्ययन करें। बहुत से पदार्थ ऑक्सीजन में जलकर ऑक्साइड बनाते हैं।

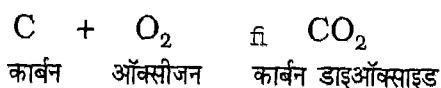
क्रियाकलाप 5

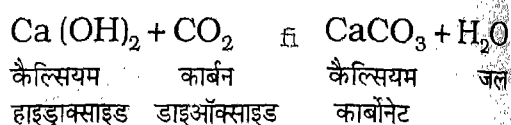
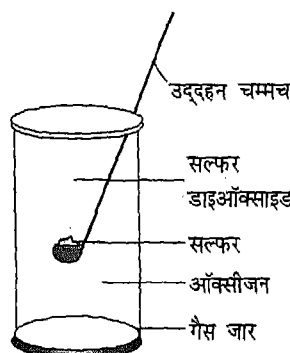
(i) चिमटी की सहायता से पकड़ कर मैग्नीशियम के तार का एक छोटा-सा टुकड़ा जलाइए। उसे कुछ समय तक जलते रहने दीजिए। देखें कि क्या होता है? मैग्नीशियम वायु में चिंगारी के साथ जलता है एवम् सफेद चूर्ण प्राप्त होता है। यह सफेद चूर्ण मैग्नीशियम का ऑक्साइड है।

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$
मैग्नीशियम ऑक्सीजन मैग्नीशियम ऑक्साइड

इस अभिक्रिया में भारी मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है।

(ii) उद्दहन चम्मच (deflagrating spoon) में कोयले के कुछ टुकड़े लीजिए। कोयले को तब तक गर्म कीजिए जब तक कि वे तृप्त लाल न हो जाए। अब इसे ऑक्सीजन से भरे एक जार में ले जाइए। क्या आपको ज्वाला दिखाई देती है? गैस जार में लगभग 10 mL ताजा बने चूने का पानी डालिए। आप क्या देखते हैं? चूने का पानी दूधिया हो जाता है?

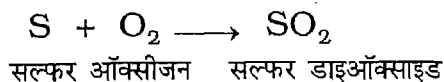
निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया होती है।

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$
कार्बन ऑक्सीजन कार्बन डाइऑक्साइड

इस अभिक्रिया में बनी कार्बन डाइऑक्साइड चूने के पानी को दूधिया कर देती है। जैसा कि आप जानते हैं, कार्बन डाइऑक्साइड चूने के पानी में उपस्थित कैल्सियम हाइड्रोक्साइड से अभिक्रिया कर कैल्सियम कार्बोनेट बनाती है। यह कैल्सियम कार्बोनेट सफेद अवक्षेप के रूप में दिखाई देता है।

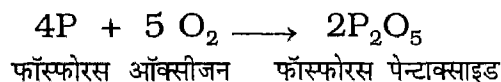
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
कैल्सियम हाइड्रोक्साइड कार्बन डाइऑक्साइड कैल्सियम कार्बोनेट जल

(iii) उद्दहन चम्मच में थोड़ा-सा सल्फर लीजिए। इसे बर्नर की ज्वाला के ऊपर तब तक पकड़े रखिए जब तक कि सल्फर का पिघलकर जलना प्रारंभ न

चित्र 3.8 *ऑक्सीजन से भरे गैस जार में सल्फर का जलना*

हो जाए। जलते हुए सल्फर की ज्वाला को उद्दहन चम्मच द्वारा ऑक्सीजन से भरे जार में ले जाइए (चित्र 3.8)। देखिए कोयले के ही समान सल्फर वायु की तुलना में ऑक्सीजन में अधिक तीव्रता से जलता है, जिसके फलस्वरूप सल्फर का ऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड गैस (SO_2) बनती है।

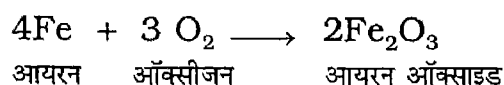
सल्फर डाइऑक्साइड गैस की गंध तीखी होती है। इस प्रकार सल्फर के जलने में निम्न रासायनिक अभिक्रिया होती है:

$$\underset{\text{सल्फर}}{S} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{सल्फर डाइऑक्साइड}}{SO_2}$$

अभिक्रिया में काफी मात्रा में ऊष्मा प्राप्त होती है।

(iv) उद्दहन चम्मच में थोड़ा-सा लाल फॉस्फोरस लीजिए। बर्नर की ज्वाला में इसे तब तक गर्म कीजिए जब तक कि वह जलने न लगे। वह वायु में किस प्रकार जलता है? जलते हुए फॉस्फोरस सहित उद्दहन चम्मच को ऑक्सीजन से भरे गैस जार में ले जाइए। फॉस्फोरस के ऑक्सीजन में जलने की अभिक्रिया को निम्न रासायनिक समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है :

$$\underset{\text{फॉस्फोरस}}{4P} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{5\,O_2} \longrightarrow \underset{\text{फॉस्फोरस पेन्टाक्साइड}}{2P_2O_5}$$

(v) स्टील, ऑक्सीजन में बिना ज्वाला के किंतु चारों ओर चमकीली चिंगारी फेंकते हुए जलता है। प्रयोग के लिए स्टील का तार अथवा स्टील वूल का उपयोग किया जाता है:

रासायनिक अभिक्रिया निम्नलिखित प्रकार से होती है:

$$\underset{\text{आयरन}}{4Fe} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{3\,O_2} \longrightarrow \underset{\text{आयरन ऑक्साइड}}{2Fe_2O_3}$$

उपरोक्त क्रियाकलापों से हम निष्कर्ष निकालते हैं कि

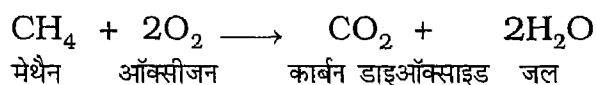
(i) पदार्थों का ऑक्सीजन में ज्वलन वायु की तुलना में अधिक तीव्र होता है तथा ऑक्सीजन अत्यधिक अभिक्रियाशील पदार्थ है।

(ii) ऑक्सीजन की अन्य पदार्थों से संयोजन कर ऑक्साइड बनाने की क्षमता उसका एक महत्त्वपूर्ण रासायनिक गुण है।

ऑक्सीकरण अभिक्रियाएँ

वह अभिक्रिया जिसमें ऑक्सीजन किसी तत्व अथवा यौगिक से संयोजन करती है, **ऑक्सीकरण** (उपचयन) कहलाती है। वे अभिक्रियाएँ जिनमें ऑक्सीजन मैग्नीशियम, कार्बन तथा फॉस्फोरस जैसे सरल पदार्थों से संयोजन करती है, ऑक्सीकरण अभिक्रियाओं के उदाहरण हैं।

आप जानते हैं कि ऑक्सीजन यौगिकों से भी संयोजन कर ऑक्साइड बनाती है।

$$\underset{\text{मेथैन}}{CH_4} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{2O_2} \longrightarrow \underset{\text{कार्बन डाइऑक्साइड}}{CO_2} + \underset{\text{जल}}{2H_2O}$$

यह अभिक्रिया भी ऑक्सीकरण अभिक्रिया का उदाहरण है। इस अभिक्रिया में बहुत अधिक मात्रा में ऊष्मा प्राप्त होती है। इसी पुस्तक के आगे के अध्याय में आप पढ़ेंगे कि इस प्रकार की अभिक्रियाओं को **दहन** अभिक्रियाएं कहना अधिक उपयुक्त है।

विभिन्न पदार्थों को ऑक्सीकृत कर सकने की ऑक्सीजन की क्षमता इसका सबसे महत्त्वपूर्ण गुण है। अत: ऑक्सीजन को ऑक्सीकारक पदार्थ कहा जाता है। ऑक्सीकरण के दौरान, ऊष्मा की उत्पत्ति, जैसाकि मेथैन के ऑक्सीजन से ज्वलन में तथा कभी-कभी प्रकाश की उत्पत्ति, जैसाकि मैग्नीशियम के वायु के ज्वलन में, पदार्थों का वायु में ज्वलन ऑक्सीकरण अभिक्रियाओं का एक उदाहरण है। सभी ज्वलन प्रक्रम ऑक्सीकरण अभिक्रियाओं के भी उदाहरण हैं। लोहे में जंग

लगना बहुत सामान्य घटना है। आपने देखा होगा कि लोहे से बनी ग्रिल, दरवाजे, खिड़कियों, स्थिर वस्तुओं आदि में जंग लग जाता है। जंग लगना, जो ऑक्सीकरण प्रक्रम है, एक धीमा प्रक्रम है। जंग लोहे का ऑक्साइड है जो भूरे-लाल रंग का चूर्ण होता है।

इस प्रकार की अभिक्रियाओं के संबंध में अध्याय 4 में विस्तार से पढ़ेंगे।

उपयोग

(i) ऑक्सीजन का एक मुख्य उपयोग श्वसन है। इसका उपयोग विभिन्न परिस्थितियों में श्वसन के सहायक के रूप में भी होता है। पर्वतारोही, गोताखोर एवम् अंतरिक्ष यात्री इसे सुविधाजनक सिलिंडरों में भरकर अपने साथ ले जाते हैं। हवाई जहाजों में भी आपातकालीन उपयोग के लिए ऑक्सीजन की व्यवस्था रहती है। अस्पतालों में दिल एवम् दमे के मरीजों एवम् नवजात शिशुओं जिन्हें श्वसन में कठिनाई होती है, के लिए ऑक्सीजन मुखावरज (मास्क) का उपयोग होता है।

(ii) ऑक्सीजन सभी जीवों के लिए महत्त्वपूर्ण है क्योंकि श्वसन के लिए इसकी आवश्यकता होती है।

(iii) ऑक्सीजन का उपयोग उद्योगों एवम् विभिन्न कार्यस्थलों पर भी होता है। गलित लोहे में ऑक्सीजन प्रवाहित कर उसे शुद्ध किया जाता है। इसके पश्चात् उसमें अन्य धातुएँ एवम् कार्बन मिलाया जाता है।

(iv) ऑक्सीजन एवम् ऐसीटिलीन गैसों के मिश्रण के ज्वलन से ऊष्मा की भारी मात्रा उत्पन्न होती है। यह ऑक्सी-ऐसीटिलीन ज्वाला कहलाती है। इस प्रक्रम में उत्पन्न ऊष्मा का उपयोग आयरन, स्टील एवम् अन्य धातुओं की वेल्डिंग में किया जाता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. वायु में उपस्थित गैसों के नाम लिखिए इनमें कौन सी गैस बहुतायत में पाई जाती है?
1. दैनिक जीवन में ऑक्सीजन का क्या उपयोग है?
2. (i) पोटैशियम परमैंगनेट एवम् (ii) पोटैशियम क्लोरेट से अभिक्रियाओं के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए ।
3. ऑक्सीजन के कोई तीन महत्त्वपूर्ण उपयोग लिखिए।

3.7 नाइट्रोजन के उपयोग

नाइट्रोजन वायु में सबसे अधिक मात्रा में (78%) पाई जाने वाली गैस है। यह हमारे चारों ओर व्याप्त है। जैसाकि बताया जा चुका है, औद्योगिक रूप से नाइट्रोजन द्रव वायु के प्रभाजी आसवन से प्राप्त की जाती है। इसके अनेक उपयोग हैं। नाइट्रोजन के कुछ महत्त्वपूर्ण उपयोग इस प्रकार हैं:

(i) नाइट्रोजन से नाइट्रिक अम्ल एवम् अमोनिया का निर्माण किया जाता है। अमोनिया से उर्वरकों का उत्पादन किया जाता है।

(ii) द्रव नाइट्रोजन का उपयोग भोज्य पदार्थों का हिमिकरण करने के लिए प्रशीतक के रूप में किया जाता है।

(iii) द्रव नाइट्रोजन का उपयोग जीवित कोशिकाओं एवम् महत्त्वपूर्ण ऊतकों के भंडारण के लिए भी किया जाता है। द्रव नाइट्रोजन का उपयोग कर बहुत-सी प्राणी कोशिकाओं, जिनमें शुक्राणु से लेकर चर्म कोशिकाएं तक सम्मिलित हैं, का बहुत कम ताप पर संरक्षण किया जा

सकता है। आवश्यकता पड़ने पर कोशिकाओं को पुनर्जीवित किया जा सकता है एवम् वे सामान्य रूप से कार्य करती हैं।

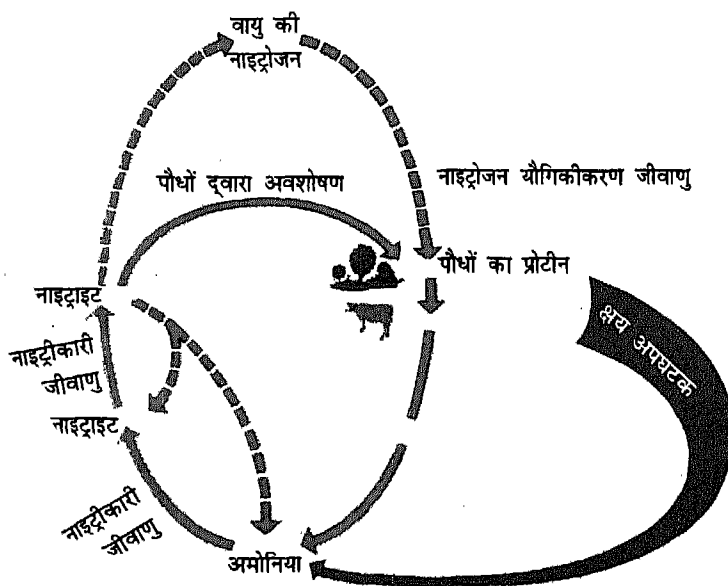
(iv) द्रव नाइट्रोजन का उपयोग जले हुए रोगियों में त्वचा के **रोपण** (ग्राफ्टिंग) तथा परखनली शिशुओं के प्रजनन के दौरान भी किया जाता है।

(v) आप जानते हैं कि हम सभी प्रति क्षण नाइट्रोजन गैस श्वास द्वारा लेते एवम् छोड़ते हैं तथा उसमें कोई रासायनिक परिवर्तन नहीं होता है। अतः नाइट्रोजन गैस को उपयोग अनेक खतरनाक औद्योगिक प्रक्रमों में अक्रिय वायुमण्डल उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

(vi) आजकल नाइट्रोजन गैस का उपयोग भंडारित भोज्य पदार्थों को तरोताजा रखने के लिए बहुतायत से किया जाता है। उदाहरणार्थ, पैकेट बंद जलपान सामग्री जैसे आलू चिप्स तथा बिना पके और बिना तले भोजन के लिए तैयार खाद्य पदार्थों के पैकेटों में नाइट्रोजन गैस भरी जाती है।

नाइट्रोजन चक्र

आप जानते हैं कि सभी जीवों के लिए नाइट्रोजन आवश्यक है। प्रोटीन एवम् न्यूक्लिक अम्ल में नाइट्रोजन उपस्थित रहती है जो वृद्धि एवम् स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है। कार्बन के समान ही नाइट्रोजन का भी पृथ्वी पर एक चक्रीय पथ है जिसे **नाइट्रोजन चक्र** कहते हैं। नाइट्रोजन अनेक रासायनिक परिवर्तनों द्वारा विभिन्न रूपों, वायुमण्डल एवम् मृदा के बीच चक्रण करती रहती हैं (चित्र 3.9)।

चित्र 3.9 से स्पष्ट है कि प्राणी प्रोटीन के निर्माण के लिए आवश्यक नाइट्रोजन के लिए पौधों एवम् अन्य प्राणियों पर निर्भर करते हैं। अधिकांश पौधे अपनी नाइट्रोजन की आवश्यकता की पूर्ति मृदा से करते हैं। मृदा में नाइट्रोजन,

चित्र 3.9 नाइट्रोजन चक्र के प्रमुख चरण

फ्रिट्ज हाबर

फ्रिट्ज हाबर का जन्म 9 दिसंबर 1868 को ब्रेसलाऊ (जर्मनी) में हुआ था। ब्रेसलाऊ में उनकी स्कूली शिक्षा "सेंट एलिजाबेथ क्लासिकल स्कूल" में हुई और जब वह स्कूल में ही थे तभी उन्होंने अनेक रासायनिक प्रयोग किए। अपनी विश्वविद्यालयीन शिक्षा की समाप्ति के पश्चात् उन्होंने कुछ समय तक अपनी इच्छा से अपने पिता के रसायनों के व्यापार में काम किया।

सन् 1898 में हाबर ने 'वैद्युत रसायन' पर पाठ्य पुस्तक प्रकाशित की जो उनके पूर्व में दिए गए भाषणों पर आधारित थी। हाबर ने वायु से प्राप्त नाइट्रोजन के स्थिरीकरण पर कार्य प्रारंभ किया जिसके लिए उन्हें सन 1918 का (1919 में दिया गया) रसायन शास्त्र का नोबेल पुरस्कार मिला। फ्रिट्ज हाबर का सन् 1935 में निधन हो गया।

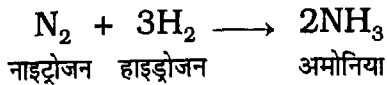
जो नाइट्रिक अम्ल के विलेय लवण हैं, नाइट्रेटों के रूप में नाइट्रेटों की विलेयता बहुत महत्त्वपूर्ण है। पौधे अपनी जड़ों के माध्यम से जलीय विलयन से नाइट्रेटों का अवशोषण करते हैं। नाइट्रेट वायुमण्डल से मृदा में वर्षा के जल के माध्यम से आते हैं। वायुमण्डल में, तड़ित विसर्जन के समय नाइट्रोजन और ऑक्सीजन मिलकर नाइट्रोजन अम्ल बनाते हैं, जिससे अंततः नाइट्रेट बनते हैं। मृत पौधों एवम् पशुओं के क्षय होने से भी मृदा को नाइट्रेट प्राप्त होते हैं। मृदा में कुछ ऐसे सूक्ष्म नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणु होते हैं जो वायु में उपस्थित नाइट्रोजन को सीधे नाइट्रेट में बदल देते हैं। कुछ पौधों में भी वायुमण्डलीय नाइट्रोजन के स्थिरीकरण की क्षमता होती है क्योंकि उनकी जड़ों में ऐसी ग्रंथि (नोड्यूल) होती हैं जिनमें नाइट्रोजन स्थिरीकारक जीवाणु उपस्थित रहते हैं। ये पौधे फलीदार होते हैं एवम् इन्हें फली कहते हैं। सेम का पौधा फलीदार पौधे का एक उदाहरण है।

जब फसल प्राप्त करने के लिए उसी मृदा का बार-बार उपयोग होता है तो उसमें नाइट्रोजन की मात्रा में कमी हो जाती है। इस कमी को दूर करने के लिए मृदा में नाइट्रोजनयुक्त उर्वरक मिलाए जाते हैं। सबसे अधिक प्रचलित उर्वरक अमोनियम नाइट्रेट है जो अमोनिया गैस एवम् नाइट्रिक अम्ल से बनाया जाता है।

नाइट्रोजनयुक्त उर्वरकों को प्राप्त करने के लिए अमोनिया प्रमुख स्रोत है। यह नाइट्रोजन एवम्

हाइड्रोजन की आपसी अभिक्रिया से प्राप्त होती है।

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

नाइट्रोजन हाइड्रोजन अमोनिया

इस अभिक्रिया का वर्णन फ्रिट्ज हाबर ने 1908 में किया था जो मृदा में नाइट्रोजन के कृत्रिम स्थिरीकरण का विकल्प खोज रहे थे।

हाबर द्वारा प्रस्तावित अमोनिया के संश्लेषण को इस पृष्ठ के अंत में दर्शाए प्रवाह-चित्र द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

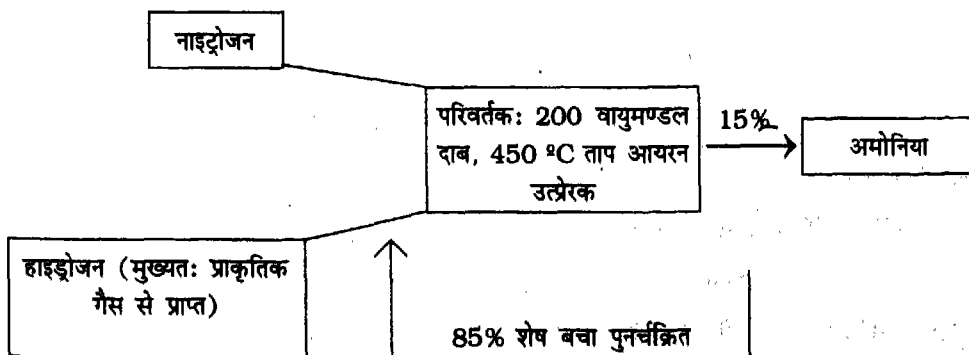
आजकल अमोनिया बनाने के लिए हाइड्रोजन प्राकृतिक गैस (उत्प्रेरित विखंडन द्वारा) तथा नाइट्रोजन वायुमण्डल से वायु के द्रवीकरण द्वारा प्राप्त की जाती है।

इनके उत्तर दीजिए

1. वायु में सबसे बहुतायत में पाई जाने वाली गैस कौन सी है? औद्योगिक उपयोग के लिए नाइट्रोजन कैसे प्राप्त की जाती है?
2. नाइट्रोजन के हमारे दैनिक जीवन में क्या उपयोग हैं?
3. एक स्वच्छ नामांकित चित्र की मदद से नाइट्रोजन चक्र के विभिन्न पदों को दर्शाइए।
4. पौधे नाइट्रेट कैसे प्राप्त करते हैं?
5. नाइट्रोजन का जैविक स्थिरीकरण वायुमण्डलीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण से किस प्रकार भिन्न है?
6. नाइट्रोजनयुक्त उर्वरक प्राप्त करने का प्रमुख स्रोत क्या है?
7. नाइट्रोजन के जैविक स्थिरीकरण में ग्रन्थियों की क्या भूमिका है?

3.8 वायु प्रदूषण

मनुष्य के क्रियाकलापों के फलस्वरूप पर्यावरण में हानिकारक तथा अवांछित घटकों की उपस्थिति प्रदूषण कहलाती है। यह प्रदूषण वायु, जल एवम् मृदा किसी का भी हो सकता है। वायु का अर्थात् वायुमण्डलीय प्रदूषण जीवाश्म ईंधनों के दहन, मोटर वाहनों से निकलने वाली अनुपयोगी गैसों तथा विभिन्न उद्योगों द्वारा वायुमण्डल में छोड़ी गई सल्फर डाइऑक्साइड, कार्बनमोनोक्साइड तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइडों जैसी गैसों के फलस्वरूप होता है। कभी-कभी वायु में उपस्थित इन हानिकारक घटकों को संदूषक भी कहते हैं।

जब भी हम अपने घर से बाहर निकलकर किसी व्यस्त सड़क पर पहुँचते हैं, हम वायु के

प्रदूषित होने का अनुभव कर सकते हैं। किसी बस, कार, आटोरिक्शा या स्कूटर के निकास से निकलते हुए धुएं की मोटी परत, किसी कारखाने की चिमनी से निकलता धुंआ, तापीय ऊर्जा संयंत्रों से निकलती फ्लाइऐश तथा तेजी से दौड़ती कारों एवम् ट्रकों द्वारा मार्गों पर उड़ती धूल का दिखाई देना एक सामान्य दृश्य है। ज्वालामुखी के फटने जैसी प्राकृतिक आपदाएं तथा बीड़ी एवम् सिगरेट का धुंआ भी वायु को प्रदूषित करता है।

वायु प्रदूषण मुख्यत: तीन प्रकार की गतिविधियों से बढ़ता है; बढ़ता यातायात, फैलते शहर एवम् औद्योगिकीकरण। वायुमण्डल में एक या अधिक संदूषकों की ऐसी मात्रा का इतने समय तक जो मानवीय स्वास्थ्य या कल्याण तथा प्राणियों एवम् पौधों के जीवन के लिए हानिकारक हो अथवा हानिकारक होने की संभावना को ही **वायु प्रदूषण** कहते हैं। वायु का प्रदूषण उसमें हानिकारक पदार्थों की उपस्थिति से होता है। वायु प्रदूषण से स्वास्थ्य संबंधी समस्याएं उत्पन्न होती हैं और यह पर्यावरण एवम् संपत्ति को क्षति भी पहुँचा सकता है। वायु के प्रदूषण ने वायुमण्डल की रक्षात्मक ओज़ोन परत को, जो हमें सूर्य के लिखित हानिकारक प्रभाव वाले पराबैंगनी विकिरणों से बचाती है, विरल कर दिया है। इसके फलस्वरूप अवांछित मौसमी परिवर्तन हो रहे हैं। निम्नलिखित उद्योग एवम् गतिविधियाँ वे हैं जो वायु में काफी मात्रा में प्रदूषण छोड़ते हैं: सीमेंट, स्टील, शोधक कारखाने, पेट्रोरसायन, तापीय ऊर्जा संयंत्र, खनिज (कोयला एवम् खनिज के लिए) तथा खदान संबंधी कार्य (पत्थर एवम् ग्रेनाइट के लिए)।

वायु प्रदूषण के कारक

प्रमुख वायु प्रदूषक एवम् उनके स्रोत इस प्रकार हैं:

कार्बन मोनोक्साइड (CO)

यह रंगरहित, गंधरहित गैस है जो पेट्रोल, डीजल, एवम् काष्ठ के अपूर्ण दहन से प्राप्त होती है। यह हमारे रक्त में ऑक्सीजन की कमी उत्पन्न करती है। यह हमारे प्रतिवर्तों को धीमा करती है।

कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)

यह प्रमुख **ग्रीन हाउस** गैस है। यह मनुष्य के दैनिक क्रियाकलापों जैसे कि काष्ठ, कोयला, तेल एवम् प्राकृतिक गैस आदि के जलाने से उत्पन्न होती है।

लंबित कणीय द्रव्य (SPM)

ये वायु में उपस्थित ठोस कण हैं जो धुंआ, धूल तथा वाष्प के रूप में उपस्थित रहते हैं। ये लंबे समय तक वायु में उपस्थित रह सकते हैं। ये धुंध का प्रमुख स्रोत हैं। धुंध महानगरों में, जहां वाहनों की संख्या बहुत अधिक है, विशेषकर शीत ऋतु में, हमारे देख सकने की क्षमता को कम करती है। निलंबित कणीय द्रव्य की उपस्थिति उन क्षेत्रों में भी पाई जाती है जहाँ कारखाने स्थित होते हैं।

वायु में निलंबित कणीय द्रव्यों की उपस्थिति के कारण हमें श्वसन में कठिनाई होती है। इनमें से अधिकांश सूक्ष्मकण, सांस के साथ भीतर चले जाने पर हमारे फेंफड़ों में प्रवेश कर सकते हैं तथा वहाँ लंबी अवधि तक बने रह सकते हैं। इनकी उपस्थिति से हमारे फेंफड़े खराब हो सकते हैं एवम् श्वसन संबंधी बीमारियाँ हो सकती हैं।

क्लोरो फ्लुओरो कार्बन (CFCs)
आप में से अधिकांश क्लोरो फ्लुओरो कार्बनों से परिचित होंगे। इनका उपयोग वातानुकूलन तथा शीतलन संयंत्रों में होता है। ये सामान्यत: अक्रिय होते हैं किंतु ये समतापमण्डल में विसरित होकर पराबैंगनी किरणों के प्रभाव से विखंडित हो जाते हैं। फिर इस प्रक्रम से प्राप्त उत्पाद ओज़ोन से अभिक्रिया कर ओज़ोन परत का क्षय करते हैं। ओज़ोन परत पृथ्वी को सूर्य की हानिकारक पराबैंगनी किरणों से बचाती है।

नाइट्रोजन के ऑक्साइड
नाइट्रोजन के ऑक्साइडों (NO_x) की वायु में उपस्थिति के फलस्वरूप धूमकुहरा (धुंआ + कोहरा) छा जाता है तथा अम्ल की वर्षा होती है। ये पेट्रोल, डीजल एवम् कोयले सहित ईंधनों के दहन के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं। नाइट्रोजन ऑक्साइडों से बच्चों में, विशेषकर शीत ऋतु में, सांस की बीमारियाँ हो सकती हैं।

सल्फर डाइऑक्साइड कार्बन (SO_2)
यह गैस तापीय ऊर्जा संयंत्रों में कोयले के ज्वलन से बनती है। कागज के निर्माण तथा धातुओं के संगलन जैसे कुछ औद्योगिक प्रक्रमों में भी सल्फर डाइऑक्साइड बनती है। धूम कुहरा एवम् अम्लीय वर्षा में इसका प्रमुख योगदान होता है। सल्फर डाइऑक्साइड से फेंफड़ों की बीमारियाँ हो सकती हैं।

ओज़ोन (O_3)
आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि भूमि की सतह पर ओज़ोन प्रदूषक है। इससे हमारी आँखों में खुजलाहट होती है, जलन तथा आंसू निकलते हैं। प्राकृतिक तौर पर ओज़ोन वायुमण्डल की ऊपरी परत में पाई जाती है। यह पृथ्वी पर सूर्य की हानिकारक पराबैंगनी किरणों से हमारी रक्षा करती है। ठंड एवम् निमोनिया से लड़ने की हमारी प्रतिरोधक शक्ति को घटाती है। यह ईंधन चालित वाहनों के चलने तथा अनेक औद्योगिक प्रक्रमों में उत्पन्न होती है। यह आर्क वेल्डिंग के दौरान भी उत्पन्न होती है।

वायुमण्डल में CFCs की उपस्थिति ओज़ोन परत के क्षय एवम् उसमें उत्पन्न 'छिद्र' के लिए जिम्मेदार है।

लेड
कुछ वर्षों पूर्व तक हमारे शहरों में लेड एक क्षमतावान वायु प्रदूषक था। यह पेट्रोल, डीजल, लेड बैटरी, केश रंगने वाले उत्पाद तथा पेन्ट में उपस्थित रहता है। लेड बच्चों के लिए अत्यधिक हानिकारक है। यह हमारे तंत्रिका तंत्र को हानि पहुँचा सकता है एवम् पाचन संबंधी अनियमितता उत्पन्न करता है। इससे कभी-कभी कैंसर भी हो सकता है।

किंतु आजकल हमारे देश के अनेक शहरों में वाहनों को चलाने के लिए लेड रहित पेट्रोल का उपयोग किया जा रहा है। इस कारण लेड से होने वाले वायु प्रदूषण में काफी कमी हुई है।

फ्लाइ ऐश
कोयले के दहन से तापीय ऊर्जा प्राप्ति के दौरान राख के बारीक कण उत्पन्न होते हैं जो पर्यावरण संबंधी गंभीर समस्याएं उत्पन्न करते हैं। सामान्यत: फ्लाइ ऐश के नाम से ज्ञात इन कणों में सिलिका, ऐलुमिना, आयरन के ऑक्साइड, कैल्सियम तथा मैग्नीशियम होते हैं। इसमें लेड, आर्सेनिक, कॉपर एवम् कोबाल्ट जैसी विषैली भारी धातुएं भी होती हैं।

वायु वाहित फ्लाइ ऐश का सुरक्षित विनिष्टीकरण आवश्यक है। अन्यथा यह भूमिगत जल एवम् मृदा को संदूषित कर सकती है क्योंकि यह अवमृदा का निक्षालन कर सकती है। इसके फलस्वरूप गादनिर्माण होता है एवम् मल निकास में रुकावट पैदा हो सकती है।

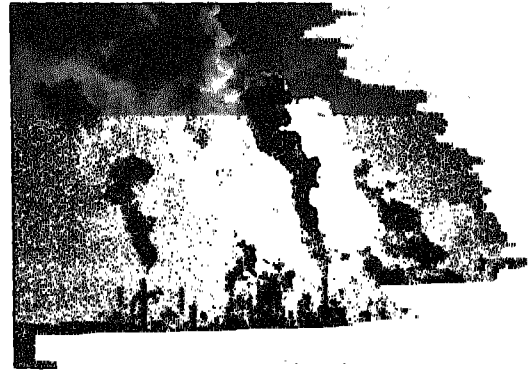
बहुत सूक्ष्म होने के कारण, फ्लाइ ऐश के कण लंबे समय तक वायु में उपस्थित रहकर गंभीर स्वास्थ्य समस्याओं को जन्म देते हैं। वायुवाहित फ्लाइ ऐश कण शरीर में प्रवेश कर सकते हैं एवम् आँख, त्वचा, नाक, गला एवम् श्वसन नली में जलन अथवा उत्तेजना पैदा करते हैं। फ्लाइ ऐश धूल जिसमें क्रिस्टलीय सिलिका के कण हों, में लगातार श्वास लेने से श्वसनी शोथ एवम् फेंफड़ों को कैंसर हो सकता है।

हममें से अधिकांश आंतरिक वायु प्रदूषण की उपस्थिति से अपरिचित हैं। यह पेन्ट, ऐरोसॉल, शौचालय साफ करने के लिए प्रयुक्त अम्ल, स्प्रे तथा दुर्गंधनाशक, गलीचे साफ करने वाले रसायन, पुनर्चक्रित प्लास्टिक से बनी वस्तुएं, पीने का तंबाकू एवम् अन्य अनेक वस्तुओं के उपयोग के कारण उत्पन्न हो सकता है। अत: हमें आंतरिक वायु प्रदूषण के कारणों एवम् उसे रोकने के संबंध में भी बहुत सावधानी रखनी चाहिए।

वायु प्रदूषण से बचाव

हम सभी जानते हैं कि हमें सांस लेने के लिए स्वस्थ एवम् शुद्ध वायु की आवश्यकता है। वायु प्रदूषण को दूर करना एवम् वायु की गुणवत्ता बढ़ाना तथा उसे नियंत्रित करना बहुत कठिन कार्य नहीं है। ऐसा करने के लिए हमें कुछ आवश्यक कदम उठाने होंगे तथा कुछ प्रतिबंध लगाने होंगे। ऐसे कुछ कदम एवम् प्रतिबंध इस प्रकार हैं:

(i) ऊर्जा उत्पादन के कम प्रदूषणकारी उपायों जैसे कि सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, ज्वारभाटीय ऊर्जा एवम् भूतापीय ऊर्जा के उपयोग की ओर प्रवृत्त होना। नवीकरणीय ऊर्जा के अन्य रूपों के उपयोग की संभावना की तलाश भी करनी चाहिए। जीवाश्म ईंधनों का न्यूनतम उपयोग करना चाहिए। कारखानों एवम् मिलों की चिमनियों पर धूम अवक्षेपित्र लगाए जाने चाहिए।

(ii) जहां तक संभव हो कारों, बसों एवम् ट्रकों के संचालन में लेड रहित ईंधन जैसे कि संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) का उपयोग करना चाहिए। वाहनों की वायु प्रदूषण संबंधी जाँच कड़ाई से की जानी चाहिए। इसी प्रकार, हमें प्रदूषण उत्पन्न करने वाली औद्योगिक इकाइयों से सतर्क रहना चाहिए (चित्र 3.10)।

चित्र 3.10 कोई प्रदूषणकारी औद्योगिक इकाई

(iii) कुछ ऐसे कदम जो हम व्यक्तिगत रूप से या सामूहिक रूप में अपने आसपास की वायु की गुणवत्ता उन्नत करने के लिए उठा सकते हैं, निम्नानुसार हैं:

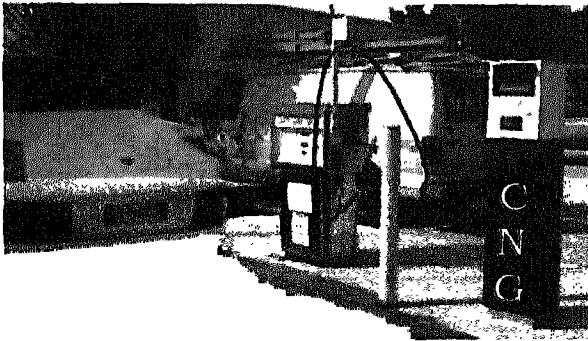
(क) प्लास्टिक से बनी थैलियों का उपयोग न करें। केवल कपड़े एवम् जूट के थैलों का उपयोग

करें। सूखे पत्तों, पेड़ों की टहनियों, कागज एवम् कचरे को खुले में न जलाएँ। इसके बदले इनके सुरक्षित विनिष्टीकरण के तरीके विकसित करें। उदाहरणार्थ; उपयोग किए जा चुके कागज का पुनर्चक्रीकरण करें।

(ख) बिजली की बचत करें। अंतत: इसका अर्थ जीवाश्म ईंधनों का कम उपयोग होगा।

(ग) ऐरोसॉल (ये ठोस या द्रव के कण हैं) जो वायु में कुछ क्षणों से लेकर अनेक महीनों तक (कण आमाप एवम् द्रव्यमान पर आधारित) निलंबित रह सकते हैं जैसे कि इत्र, दुर्गंधनाशक स्प्रे, प्रसाधनसामग्री तथा इसी प्रकार के अन्य स्प्रे। इनका घरों में उपयोग कम किया जाना चाहिए।

(घ) अधिक वृक्ष उगाइए। ये प्रकृति के फेंफड़े हैं। अपने पास-पड़ोस के वृक्षों की देखरेख कीजिए।

(ङ) अपने माता-पिता पड़ोसियों एवम् मित्रों को वाहन में लेडरहित पेट्रोल अथवा CNG के उपयोग की सलाह दीजिए (चित्र 3.11)।

चित्र 3.11 एक CNG आपूर्ति केंद्र

(च) धूम्रपान न करें; जो आपके पड़ोसी हैं उनके प्रति न्याय कीजिए।

अत: हम सभी को, अपनी आसपास की वायु को शुद्ध एवम् स्वस्थ रखने के लिए उचित कदम उठाने चाहिए एवम् अपनी गतिविधियों को नियंत्रित रखना चाहिए। हमें यह याद रखना चाहिए कि हम अपने आस-पास की वायु को वर्ष के तीन सौ पैंसठ दिन मिल बांटकर उपयोग करते हैं।

अम्ल वर्षा

अम्ल वर्षा उस वर्षा को कहते हैं जिसका जल सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) एवम् नाइट्रोजन ऑक्साइडों जैसे घुले हुए प्रदूषकों की उपस्थिति के फलस्वरूप सामान्य से अधिक अम्लीय हो जाता है। आप जानते हैं कि ये अम्लीय ऑक्साइड जीवाश्म ईंधनों के दहन के फलस्वरूप मुक्त होते हैं। अम्ल वर्षा में मुख्यत: नाइट्रिक एवम् सल्फ्यूरिक अम्ल होते हैं जो नाइट्रोजन के ऑक्साइडों एवम् सल्फर डाइऑक्साइड के घुलने के फलस्वरूप बनते हैं।

अम्ल वर्षा भवनों एवम् मूर्तियों, विशेषकर पत्थर एवम् संगमर्मर से बनी वस्तुओं का क्षरण करती है। हमारे देश में आगरा में स्थित ताजमहल, जो एक पुरातत्वीय महत्त्व का स्मारक है, का उसके पास स्थित एक तेलशोधक कारखाने की चिमनी से उत्सर्जित गैसों द्वारा क्षरण हो रहा था। किंतु भारतीय पुरातत्व संरक्षण विभाग (ASI) द्वारा समय पर उठाए गए कदमों के फलस्वरूप उसकी मूल चमक वापस लाई जा सकी है। अम्ल वर्षा के स्रोतों को नियंत्रित करना कठिन है। अम्ल वर्षा के पर्यावरण पर दुष्परिणाम काफी गंभीर हो सकते हैं। यह पत्तों को नष्ट कर पौधों को नुकसान पहुँचाती है। इससे पत्ते पहले पीले पड़ जाते हैं एवम् फिर नष्ट हो जाते हैं। अम्ल वर्षा मृदा, जल स्रोतों, जंगलों तथा मानवीय स्वास्थ्य को बहुत नुकसान पहुँचाती है। बहुत-सी झीलें एवम् झरने अम्ल वर्षा से प्रदूषित हो गए हैं। इसके फलस्वरूप, मछलियों की बहुत-सी प्रजातियाँ विलुप्त

हो गई हैं एवम् जंगलों, वन्यजीवन तथा अन्य जीवधारियों को बहुत नुकसान हुआ है।

ग्रीनहाउस प्रभाव

ग्रीनहाउस प्रभाव अथवा पौधा घर प्रभाव को भूमण्डलीय ऊष्णता का एक कारक भी कहा जाता है। यह वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड जैसी कुछ गैसों की मात्रा में वृद्धि के फलस्वरूप होता है। आप जानते हैं कि जब ईंधनों का दहन किया जाता है तो कार्बन डाईऑक्साइड बनती है। पौधे इस कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग अपने भोजन के संश्लेषण में करते हैं। वे इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन मुक्त करते हैं। किंतु, मानवीय गतिविधियों के फलस्वरूप मुक्त हुई कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा विश्व के सभी पौधों द्वारा प्रयुक्त मात्रा से अधिक होती है। अब परिस्थिति दिन-प्रतिदिन खराब होती जा रही है क्योंकि पृथ्वी पर बहुत से जंगल समाप्त होते जा रहे हैं तथा अम्ल वर्षा के कारण वानस्पतिक जीवन को हानि पहुँच रही है।

अत: पृथ्वी के वायुमण्डल का धीरे-धीरे गर्म होना ग्रीनहाउस प्रभाव के कारण है। ग्रीनहाउस प्रभाव पृथ्वी के ऋतु-चक्र को असामान्य कर देता है। ग्रीनहाउस प्रभाव के प्रमुख कारण ग्रीनहाउस गैसें जैसे CO_2, जलवाष्प, मेथैन, नाइट्रस ऑक्साइड तथा क्लोरोफ्लुओरो कार्बन (CFC, कार्बन यौगिक जिनमें कार्बन, क्लोरीन एवम् फ्लुओरीन उपस्थित हैं) हैं जिनका आनुपातिक प्रतिशत वायुमण्डल में बढ़ गया है। यह आश्चर्यजनक है कि 78% नाइट्रोजन एवम् 21% ऑक्सीजन की ग्रीनहाउस प्रभाव में कोई भूमिका नहीं है। CO_2, मेथैन तथा नाइट्रस ऑक्साइड के सांद्रण में वृद्धि जीवाश्म ईंधनों के दहन के फलस्वरूप होती है।

ऐरोसॉल के कारण भी ग्रीनहाउस प्रभाव होता है। आप जानते हैं कि ऐरोसॉल जिन्हें कणिका भी कहते हैं, वायुवाहित कण हैं जो विकिरणों को अवशोषित, प्रकीर्णित तथा परावर्तित करके आकाश में वापस भेजते हैं। वायु के बहने के कारण बने धूल के बादल तथा ज्वालामुखियों के फटने से उत्पन्न कण प्राकृतिक ऐरोसॉल के उदाहरण हैं।

क्या आपको यह आश्चर्य कभी नहीं हुआ कि इस प्रक्रम को ग्रीनहाउस प्रभाव क्यों कहते हैं। सन् 1827 ई. में फ्राँसीसी गणितज्ञ एवम् भौतिक शास्त्री, जीन बेपटिस्ट जोसेफ फूरिये ने विभिन्न द्रव्यों में ऊष्मा के परिचालन का अध्ययन करते समय वायुमण्डल की तुलना काँच के किसी बंद पात्र से की (आप में से कुछ ने पौधों को रखने के लिए प्रयुक्त इसी प्रकार के ग्रीनहाउस को देखा होगा)। उन्होंने पाया कि हमारे ग्रह, पृथ्वी, के चारों ओर फैली वायु सूर्य के प्रकाश को, उसी प्रकार प्रवेश करने देती है जैसे कि काँच की छत।

आजकल संपूर्ण विश्व ग्रीनहाउस गैसों के सांद्रण को नियंत्रित करने का प्रयास कर रहा है। इसके फलस्वरूप भूमण्डलीय ऊष्णता को नियंत्रित करने में मदद मिलेगी। इस लक्ष्य को प्राप्त करने का एक उल्लेखनीय तरीका कोयला, तेल तथा प्राकृतिक गैस जैसे जीवाश्म ईंधनों के दहन को कम करना है।

इनके उत्तर दीजिए

1. वायु को प्रदूषित करने वाली प्रमुख गैसों के नाम लिखिए।
2. आप अपने आसपास के वायु प्रदूषण को कम करने के लिए क्या कदम सुझाएँगे?
3. वायुमण्डल में ओज़ोन परत के क्षरण के क्या कारक हैं?
4. अम्ल वर्षा की रासायनिक प्रकृति क्या है? अम्ल वर्षा के हानिकारक प्रभाव क्या हैं?
5. ग्रीनहाउस प्रभाव क्या है? हमारे लिए इसका क्या महत्त्व है?

प्रमुख शब्द

वायु, वायुमण्डल, प्रदूषण, वायुमण्डलीय दाब, क्षोभमण्डल, समतापमण्डल, मध्यमण्डल, बाह्यमण्डल, बैरोमीटर, ऊर्ध्वपातन, पराबैंगनी विकिरण, प्रभाजी आसवन, ऑक्सीकरण अभिक्रिया, द्रव वायु, द्रव नाइट्रोजन, नाइट्रोजन चक्र, नाइट्रेट, नाइट्रोजन स्थिरीकरण, निलंबित कणीय द्रव्य (SPM), क्लोरो फ्लुओरो कार्बन, ओज़ोन, फ्लाइ ऐश, उत्सर्जन, अम्ल वर्षा, ग्रीनहाउस प्रभाव, ऐरोसॉल।

सारांश

- हमारे चारों ओर वायु उपस्थित है।
- वायु विभिन्न गैसों का मिश्रण है। इसमें 78% नाइट्रोजन, 21% ऑक्सीजन एवम् अल्प मात्रा में कई अन्य गैसें होती हैं।
- हमारे चारों ओर वायुमण्डल है जो दाब डालता है। इसे वायुमण्डलीय दाब कहते हैं।
- वायुदाब का मापन बैरोमीटर नामक उपकरण की सहायता से किया जाता है।
- द्रव वायु से ऑक्सीजन का पृथक्करण प्रभाजी आसवन द्वारा किया जाता है।
- ऑक्सीजन को प्रयोगशाला में बनाकर उसके गुणों का परीक्षण किया जा सकता है।
- ऑक्सीजन की आवश्यकता सांस लेने एवम् अन्य औद्योगिक कार्यों के लिए होती है।
- ऑक्सीजन का संयोजन ऑक्सीकरण कहलाता है।
- नाइट्रोजन का उपयोग अमोनिया के संश्लेषण में होता है जो उर्वरकों के निर्माण के लिए आवश्यक है।
- द्रव-नाइट्रोजन एक अत्यंत उपयोगी पदार्थ है। इसका उपयोग बहुत-सी वस्तुओं के भंडारण के लिए आवश्यक अक्रिय माध्यम के रूप में होता है।
- वायुमण्डलीय एवम् जैवीय नाइट्रोजन के स्थिरीकरण के लिए नाइट्रोजन-चक्र बहुत महत्त्वपूर्ण है।
- वायु प्रदूषण एक भूमण्डलीय परिघटना है। इसका कारण अनियंत्रित मानवीय गतिविधियाँ, विशेषकर जीवाश्म ईंधनों का दहन है।
- वायु प्रदूषण उसमें उपस्थित विभिन्न प्रकार के पदार्थों, जैसे कि कार्बन मोनोक्साइड, CFCs, निलंबित कणीय द्रव्य, नाइट्रोजन के ऑक्साइडों, सल्फर डाइऑक्साइड तथा फ्लाइ ऐश, के कारण होता है।

- वायु प्रदूषण के स्तर को न्यूनतम बनाए रखने के लिए प्रयास किए जाने चाहिए।
- अम्ल वर्षा पौधों, प्राणियों तथा पत्थर/संगमरमर के लिए अत्यधिक हानिकारक है क्योंकि इसमें नाइट्रिक एवम् सल्फ्यूरिक अम्ल उपस्थित रहते हैं।
- ग्रीनहाउस प्रभाव की जानकारी हमारे लिए बहुत महत्त्वपूर्ण है। कार्बन डाइऑक्साइड, मेथैन, जलवाष्प तथा CFCs ग्रीनहाउस गैसें कहलाती हैं।

अभ्यास

1. वायु का संगठन दर्शाने के लिए एक पाइ (π) आरेख बनाइए।
2. वायुमण्डल के विभिन्न स्तरों के नाम लिखिए।
3. वायुमण्डल का अध्ययन हमारे लिए महत्त्वपूर्ण क्यों है?
4. वायुदाब का कारण क्या है?
5. वायुमण्डलीय दाब का क्या अर्थ है? इसका मात्रक क्या है?
6. पारद तथा ऐनीरॉयड बैरोमीटर के स्वच्छ नामांकित आरेख बनाइए तथा उनकी कार्य विधि का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
7. नाइट्रोजन एवम् ऑक्सीजन के क्वथनांक क्या हैं? आप ऑक्सीजन को वायु से अलग कैसे करेंगे?
8. पोटैशियम परमेंगनेट से ऑक्सीजन बनाने की विधि को स्वच्छ नामांकित आरेख की सहायता से समझाइए। पोटैशियम परमैंगनेट के अपघटन के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।
9. ऑक्सीजन को जल के नीचे की ओर विस्थापन विधि के द्वारा क्यों इकट्ठा किया जा सकता है।
10. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों में ऑक्सीकारक तथा ऑक्सीकृत पदार्थों को पहचानिए:

    (i) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

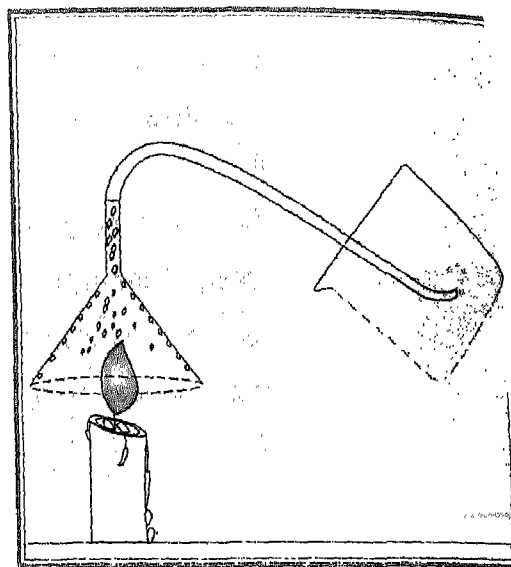
    (ii) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

    (iii) $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

    (iv) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
11. ऑक्सीजन के कोई पाँच उपयोग लिखिए।
12. नाइट्रोजन के कोई तीन उपयोग लिखिए।
13. स्वच्छ नामांकित आरेख की सहायता से नाइट्रोजन चक्र का वर्णन कीजिए।

14. मृदा में नाइट्रोजन न्यूनता कैसे उत्पन्न होती है? इस प्रकार की मृदा का क्या उपचार है?
15. वायु प्रदूषण के विभिन्न कारणों को लिखिए। वायु प्रदूषण को रोकने में हमारा क्या योगदान हो सकता है?
16. वायु में उपस्थित रहने पर निम्नलिखित में कौन-से पदार्थ वायु प्रदूषण उत्पन्न करते हैं:
जल-वाष्प, कार्बन मोनोक्साइड, लेड, CO_2, SO_2, CFCs, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन।
17. अम्ल वर्षा क्या है? यह हमारे लिए क्यों हानिकारक है?
18. ग्रीनहाउस गैसों के नाम लिखिए। वायुमण्डल में उपस्थित ओज़ोन परत की रक्षा क्यों आवश्यक है?

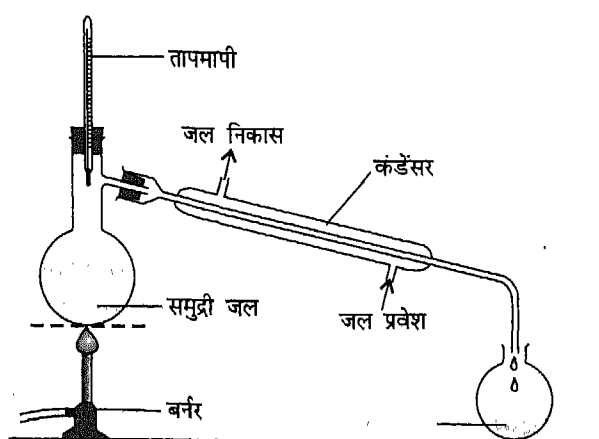
अध्याय 4

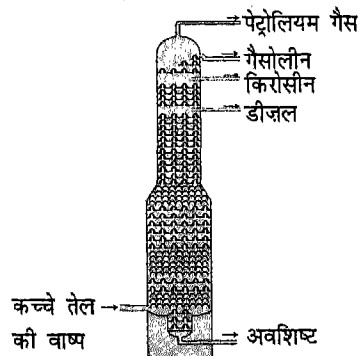
पदार्थों का रूपांतरण

हम अपने आस-पास विभिन्न प्रकार के पदार्थों को देखते हैं। वे सदैव ऐसे ही नहीं रहते जैसे हम उन्हें देख रहे हैं। वे अन्य पदार्थों के साथ मिश्रित हो जाते हैं और अशुद्ध हो जाते हैं। प्रकृति में हमें अनेक पदार्थ अशुद्ध रूप में ही मिलते हैं। इन पदार्थों का उपयोग करने से पहले हमें उनकी अशुद्धियाँ हटानी पड़ती हैं। विभिन्न शोधन तकनीकों का उपयोग, अशुद्धियों की प्रकृति और शुद्धता के स्तर पर निर्भर करता है। इस अध्याय में आप इनमें से कुछ तकनीकों के बारे में पढ़ेंगे। आप यह भी सीखेंगे कि पदार्थों के गलनांक या क्वथनांक जैसे अभिलक्षण हमें यह जानने में सहायता करते हैं कि दिया हुआ प्रतिदर्श शुद्ध है अथवा नहीं।

हमारे आस-पास के पदार्थ अपक्षय के कारण भी परिवर्तित होते रहते हैं। आप जानते हैं कि लोहे की वस्तुओं में नमी और वायु की ऑक्सीजन से जंग लग जाता है। जीवाश्म ईंधनों को जलाने से उत्पन्न हाइड्रोजन सल्फाइड के प्रभाव के कारण चाँदी की वस्तुएँ काली हो जाती हैं। प्राय: पदार्थ तब परिवर्तित होते हैं जब वह दूसरे पदार्थों के संपर्क में आते हैं। आप जानते हैं कि जब घरों में उपयोग किया जाने वाला अम्ल (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल) पत्थर की टाईल (कैल्सियम कार्बोनेट) के संपर्क में आता है तो अभिक्रिया होती है जिसमें गैस के बुलबुले निकलते हैं। जब भिन्न-भिन्न रसायन विभिन्न परिस्थितियों में एक-दूसरे के संपर्क में लाए जाते हैं तब अनेक रोचक घटनाएँ होती हैं। इस अध्याय में आप विभिन्न अभिलक्षणों और विभिन्न प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं के बारे में पढ़ेंगे।

आपने कक्षा VI में सीखा है कि कुछ रासायनिक परिवर्तन उपयोगी होते हैं जबकि कुछ हानिकारक। उदाहरण के लिए, दूध का दही में परिवर्तन उपयोगी है जबकि लोहे को जंग लगना हानिकारक। हमें वांछनीय परिवर्तनों को तीव्र करना और अवांछनीय परिवर्तनों को मंद करने के बारे में भी सीखना चाहिए। इस उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए यह आवश्यक है कि हम पदार्थों के रूपांतरण की क्रियाविधि को भली प्रकार समझें। आइए, पदार्थों के शोधन के साथ अपना अध्ययन प्रारंभ करें।

4.1 पदार्थों का शोधन

प्रकृति में हमें जो पदार्थ मिलते हैं उनमें से अधिकांश दूसरे पदार्थों के साथ मिश्रित होते हैं। ऐसे मिश्रणों से अवांछित घटकों को अलग करने की कोशिश की जाती है। उदाहरण के लिए, विभिन्न स्रोतों से प्राप्त जल में अनेक घुले हुए और अघुलनशील पदार्थ होते हैं। इस जल को पीने योग्य बनाने के लिए हम इसमें से बिना घुले पदार्थ अलग कर लेते हैं और हानिकारक कीटाणुओं को नष्ट कर देते हैं। परंतु, जब जल को टीका लगाने के लिए प्रयोग करना हो तो यह अतिशुद्ध होना चाहिए। इसके लिए घुले हुए घटकों और मृत कीटाणुओं को भी अलग करना आवश्यक होता है। पूर्णतः शुद्ध जल को प्राप्त करने के लिए उसका, 'आसवन' किया जाता है। इस विधि में पहले अशुद्ध जल को गर्म किया जाता है और इससे प्राप्त जल की वाष्प को संघनित किया जाता है (चित्र 4.1)। इस प्रकार प्राप्त जल **आसवित जल** कहलाता है।

चित्र 4.1 जल का आसवन

हम किरोसीन, डीज़ल, पेट्रोल, LPG (द्रवित पेट्रोलियम गैस) और CNG (संपीड़ित प्राकृतिक गैस) आदि पेट्रोलियम उत्पाद अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं। प्रकृति में पेट्रोलियम या अपरिष्कृत तेल अनेक पदार्थों, जिन्हें हाइड्रोकार्बन कहा जाता है, मिश्रण के रूप में पाया जाता है। हाइड्रोकार्बन केवल कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिकों की एक शृंखला हैं। इन हाइड्रोकार्बनों को एक विस्तृत पृथकन विधि जिसे प्रभाजी आसवन कहा जाता है, द्वारा पृथक किया जाता है। अपरिष्कृत तेल के विभिन्न घटकों के क्वथनांक भिन्न-भिन्न होते हैं। विभिन्न हाइड्रोकार्बनों को क्वथनांकों के इस अंतर के आधार पर इनके घटकों को एक दूसरे से पृथक कर लिया जाता है।

चित्र 4.2 प्रभाजी आसवन स्तंभ

अपरिष्कृत तेल का प्रभाजी आसवन एक बड़े प्रभाजी स्तंभ में किया जाता है (चित्र 4.2)। अपरिष्कृत तेल के घटक प्रभाजी स्तंभ में क्वाथित किए जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त वाष्प को संघनित करके विभिन्न प्रभाजों को प्राप्त कर लिया जाता है। अभी भी प्रत्येक प्रभाज कई हाईड्रोकार्बनों का मिश्रण होता है। परंतु प्रत्येक प्रभाज में हाईड्रोकार्बन लगभग एक जैसे होते हैं। अतः प्रत्येक प्रभाज कुछ विशेष उद्देश्यों के लिए उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए पेट्रोलियम गैस एथेन, प्रोपेन और ब्यूटेन का मिश्रण होती है। इसे घरों में खाना बनाने वाली गैस के रूप में उपयोग किया जाता है। इसे रासायनिक उद्योग द्वारा अनेक रसायनों के उत्पादन के लिए आरंभिक पदार्थ के रूप में भी प्रयोग किया जाता है।

आप जानते हैं कि साधारण नमक, जिसका उपयोग हम प्रतिदिन अपने भोजन में करते हैं, समुद्र के जल से प्राप्त होता है। 'लवण क्यारी' से प्राप्त इस नमक में मिट्टी के कण, मैग्नीशियम क्लोराइड और अन्य रसायन अशुद्धि के रूप में मिश्रित होते हैं। इस नमक को शुद्ध करने के लिए इसे पानी में घोला जाता है। इसके बाद नमक के विलयन को क्रिस्टलित किया जाता है। इस प्रक्रम में अन्य अवांछित घुले हुए यौगिक, जो कि बहुत कम मात्रा में उपस्थित होते हैं, विलयन में ही रह जाते हैं। इस प्रकार हमें नमक के सफ़ेद क्रिस्टल मिल जाते हैं जिसमें मुख्यत: सोडियम क्लोराइड होता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. आसुत जल से आप क्या समझते हैं?
2. लवण क्यारी से प्राप्त नमक को शुद्ध करने के लिए प्रयुक्त प्रक्रिया का वर्णन कीजिए।
3. नमक का मुख्य रासायनिक घटक क्या है?

4.2 पदार्थों के अभिलक्षण

किसी पदार्थ को देखकर यह बताना संभव नहीं होता कि वह शुद्ध है अथवा नहीं। किसी पदार्थ की शुद्धता उसका गलनांक या क्वथनांक ज्ञातकर की जा सकती है। **गलनांक वह ताप है जिस पर कोई ठोस, द्रव में परिवर्तित होता है।** इसका विपरीत प्रक्रम, अर्थात् द्रव का ठोस में परिवर्तन, भी इसी ताप पर होता है। **किसी द्रव का क्वथनांक वह ताप होता है जिस पर वह क्वथित (उबलता) होता है।**

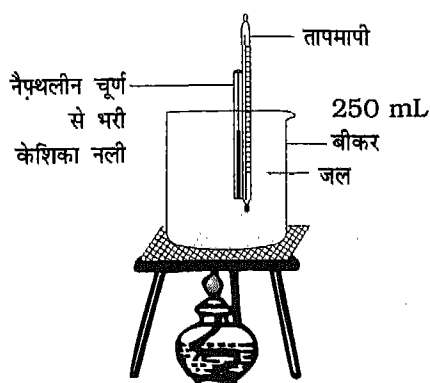
उत्कृष्ट शोधन तकनीकों के उपयोग द्वारा हम शुद्ध पदार्थ प्राप्त कर सकते हैं तथा उनके गलनांक और क्वथनांक ज्ञात कर सकते हैं। सारणी 4.1 में कुछ पदार्थों के गलनांक और क्वथनांक डिग्री सेल्सियस (°C) में दिए गए हैं।

सारणी 4.1 : कुछ पदार्थों के गलनांक और क्वथनांक

पदार्थ का नाम	*गलनांक*	*क्वथनांक*
जल	0°C	100°C
कपूर	176°C	209°C (ऊर्ध्वपातन)
ऐलुमिनियम	660°C	2300°C
मैग्नीशियम	651°C	1120°C
नैफ़्थलीन	80°C	211°C

यदि हम यह जानना चाहते हैं कि कोई दिया गया पदार्थ शुद्ध है अथवा नहीं तो हमें उसका गलनांक/क्वथनांक निर्धारित कर उसकी मानक मानों (पुस्तकों में उपलब्ध) से तुलना करनी चाहिए।

क्रियाकलाप 1

कोई छोटी केशिका नली लीजिए। इसके एक सिरे को गर्म कर उसे बंद कर दीजिए और इसमें थोड़ा सा नैफ़्थलीन का चूर्ण (पाउडर) भर दीजिए। इस केशिका नली को किसी तापमापी के बल्ब के साथ लगा दीजिए और फिर इसे जल बाथ में रख दीजिए (चित्र 4.3)। जल को धीरे-धीरे गर्म कीजिए और उस

चित्र 4.3 नैफ़्थलीन के गलनांक का निर्धारण

ताप को नोट कीजिए जिस पर नैफ़्थलीन पिघलती है। सारणी 4.1 में दिए गए मानों से इस ताप की तुलना कीजिए। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि दिया हुआ प्रतिदर्श शुद्ध है अथवा नहीं?

प्रत्येक शुद्ध पदार्थ किसी नियत ताप पर पिघलता है। यदि पदार्थ अशुद्ध है तो वह अपने मानक गलनांक से कम ताप पर पिघलता है। इस तथ्य का उपयोग ठोसों को कम ताप पर गलाने के लिए किया जाता है। आपने देखा होगा कि स्वर्णकार सोना (गोल्ड) पिघलाने (गलाने) से पहले उसमें एक सफेद चूर्ण मिलाते हैं। सोने का गलनांक 1063°C है। इस ताप को प्राप्त करना कठिन होता है। परंतु उस सफेद चूर्ण की बहुत कम मात्रा मिलाने से सोने का गलनांक काफी कम हो जाता है। इसके फलस्वरूप, स्वर्णकार सोने को किरोसीन लैंप का उपयोग करके ही गला लेता है।

आइसक्रीम बनाने के लिए हिमकारी मिश्रण को अपेक्षाकृत कम ताप पर रखा जाता है। आप जानते हैं कि बर्फ 0°C पर पिघलती है। पोटैशियम नाइट्रेट को मिलाने से यह ताप –3°C तक नीचे लाया जा सकता है। अमोनियम नाइट्रेट की सहायता से गलनांक को –9°C तक नीचे लाया जा सकता है। हिमकारी मिश्रण में रखी आइसक्रीम शीघ्र ठोस हो जाती है। उन स्थानों में, जहाँ सर्दियों में तापमान 0°C से कम हो जाता है, सड़कों और पैदल–पथों पर अत्यधिक बर्फ जम जाती है। इस बर्फ को हटाना बहुत दुष्कर कार्य होता है। मुख्य सड़कों से बर्फ को हटाने के लिए बुलडोजरों का उपयोग किया जाता है। पैदल पथ (सड़कों) से बर्फ हटाने के लिए एक सरल तकनीक उपयोग की जाती है। बर्फ की परतों के ऊपर नमक छिड़क दिया जाता है। नमक के साथ मिश्रित होते ही बर्फ का हिमांक कम हो जाता है। इससे वातावरण का ताप उस ताप से अधिक हो जाता है जो अब बर्फ का हिमांक है अत: अब बर्फ ठोस के रूप में नहीं रह सकती। इसके फलस्वरूप, बर्फ पिघल जाती है और सड़कें साफ हो जाती हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. शुद्ध ऐलुमिनियम का गलनांक कितना है?
2. 'क्वथनांक' पद से आप क्या समझते हैं?
3. बर्फ से ढकी सड़कों को साफ करने में नमक किस प्रकार सहायता करता है?

4.3 रासायनिक अभिक्रियाएँ और उनके अभिलक्षण

आप जानते हैं कि जब हम शक्कर को गर्म करते हैं तो वह जल और कार्बन के कणों में परिवर्तित हो जाती है। इसे शक्कर का अंगारण (चारिंग) कहा जाता है। आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है

कि इस प्रकार के परिवर्तन जिनमें नए पदार्थ बनते हैं, **रासायनिक परिवर्तन** कहलाते हैं। ऐसे प्रक्रम जिनमें रासायनिक परिवर्तन होता है, **रासायनिक अभिक्रिया** कहलाती है। जो पदार्थ रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेते हैं, **अभिकारक** कहलाते हैं जबकि अभिक्रिया में बनने वाले पदार्थ **उत्पाद** कहलाते हैं। किसी रासायनिक अभिक्रिया में, अभिकारक उत्पादों में परिवर्तित होते हैं। आइए, इन पदों को शक्कर के अंगारण और जंग लगने के संदर्भ में जानें।

शक्कर $\longrightarrow$ कार्बन + जल

यहाँ शक्कर एक अभिकारक है जबकि कार्बन और जल उत्पाद हैं।

आयरन + ऑक्सीजन $\longrightarrow$ आयरन ऑक्साइड

यहाँ आयरन और ऑक्सीजन अभिकारक हैं जबकि आयरन ऑक्साइड उत्पाद हैं। किसी रासायनिक अभिक्रिया में, अभिकारक उत्पादों में परिवर्तित होते हैं। इस रूपांतरण में की कई अन्य विशेषताएँ होती हैं। आइए, अब रासायनिक अभिक्रियाओं के कुछ अभिलक्षणों का अध्ययन करें।

क्रियाकलाप 2

किसी परखनली (15 mL) में चुटकी भर सोडियम कार्बोनेट (धावन सोडा) लीजिए। इसमें थोड़ा सा तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। आप देखेंगे कि जब दोनों पदार्थ आपस में मिलते हैं तो बुलबुले बनने आरंभ हो जाते हैं। ऐसा अभिक्रिया के दौरान गैस के बनने के कारण होता है। सोडियम कार्बोनेट और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है जो परखनली से बाहर आती है। अतः, **गैस का निकलना** इस अभिक्रिया का लक्षण है।

क्रियाकलाप 3

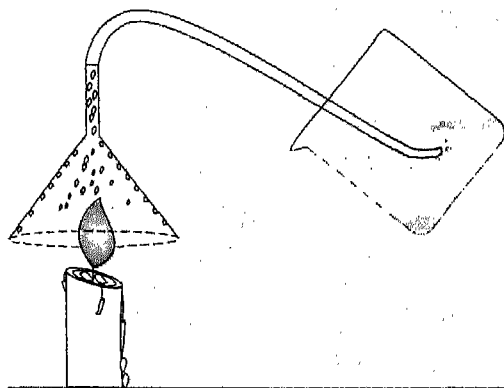
किसी परखनली में पोटैशियम परमैंगनेट के कुछ क्रिस्टल लीजिए। इसमें थोड़ा पानी डालिए और परखनली को तब तक हिलाइए जब तक कि क्रिस्टल पानी में घुल न जाएँ। आपको गहरे गुलाबी रंग का विलयन प्राप्त होगा। अब एक ड्रापर की सहायता से पोटैशियम परमैंगनेट के इस विलयन में नींबू का रस बूंद-बूंद करके डालिए। आप देखेंगे कि नींबू के रस (जिसमें सिट्रिक अम्ल होता है) को बूंद-बूंद कर डालने से विलयन का रंग हल्का होता जाता है। एक अवस्था ऐसी आती है जब उसका गुलाबी रंग पूरी तरह लुप्त हो जाता है। अतः इस अभिक्रिया को **रंग के परिवर्तन** द्वारा पहचाना जा सकता है।

क्रियाकलाप 4

किसी परखनली (15 mL) में 5 mL तनु बेरियम क्लोराइड विलयन के लीजिए। अब इस विलयन में 5 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालिए। आप देखेंगे कि मिश्रण धुंधला हो जाता है। कुछ देर बाद एक सफेद अवक्षेप परखनली की तली में बैठ जाता है। अतः इस अभिक्रिया को **अवक्षेप के बनने से** पहचाना जा सकता है।

कक्षा VI की पुस्तक (अध्याय 4) में आपने चूने और जल की अभिक्रिया के बारे में पढ़ा है जिसमें बुझा हुआ चूना बनता है। आपको याद होगा कि इस अभिक्रिया में अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है। इसी प्रकार, जब हम कोयले को जलाते हैं, तो भी ऊष्मा उत्पन्न होती है। यही वह ऊष्मा होती है जिसे ताप विद्युत घरों में विद्युत उत्पादन के लिए उपयोग किया जाता है। चूने का बुझे हुए चूने में परिवर्तन और कोयले का दहन जैसी अभिक्रियाएं **ऊष्मा के उत्पन्न होने** से पहचानी जाती हैं।

क्रियाकलाप 5

एक मोमबत्ती लीजिए और उसे जलाइए। इसकी लौ पर चित्र 4.4 में दर्शाए अनुसार

चित्र 4.4 मोमबत्ती का जलना

एक कीप रखिए जिसके दूसरे सिरे पर एक ट्यूब लगी हो। ट्यूब के दूसरे सिरे से निकलने वाली गैस को चित्रानुसार चूने के पानी में प्रवाहित कीजिए। आप देखेंगे कि चूने का पानी दूधिया हो जाता है जिससे कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति का पता चलता है। मोमबत्ती को बुझा दीजिए और अब कीप का निरीक्षण कीजिए। आप देखेंगे कि कीप की अंदर वाली सतह पर पानी की छोटी-छोटी बूदें हैं। इस अभिक्रिया में ठोस मोम, द्रव जल और कार्बन डाइऑक्साइड गैस में परिवर्तित हो गई है। अतः यह अभिक्रिया **अवस्था के परिवर्तन से** पहचानी जा सकती है।

हमने देखा कि रासायनिक अभिक्रियाएँ गैस के निकलने, रंग परिवर्तन, अवक्षेप बनने, ऊष्मा मुक्त होने और अवस्था परिवर्तन द्वारा पहचानी जा सकती हैं। आप देख सकते हैं कि कोई रासायनिक अभिक्रिया एक से अधिक अभिलक्षण भी प्रदर्शित कर सकती है। उदाहरण के लिए, मोमबत्ती के जलने में ऊष्मा निकलती है, गैस निकलती है और अवस्था परिवर्तन होता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. रासायनिक अभिक्रिया के अभिलक्षण बताइए।
2. 'अभिकारक' और 'उत्पाद' पदों की उदाहरण सहित व्याख्या कीजिए।
3. LPG का जलना एक रासायनिक अभिक्रिया है। इस अभिक्रिया के साथ जुड़े संभावित अभिलक्षण बताइए।

4.4 रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

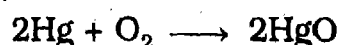
आप रासायनिक परिवर्तनों के अभिलक्षणों के बारे में पढ़ चुके हैं। आइए, अब विभिन्न प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं के बारे में जानें। परिवर्तनों के आधार पर रासायनिक अभिक्रियाओं को संयोजन, अपघटन, अवक्षेपन, उदासीनीकरण और रेडॉक्स अभिक्रियाओं में वर्गीकृत किया जा सकता है।

आइए, इन अभिक्रियाओं के कुछ उदाहरणों पर विचार करें।

संयोजन अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 6

कठोर काँच की एक परखनली में थोड़ा-सा मर्क्यूरी (पारा) लें। इसका रंग चाँदी जैसा चमकदार होता है। परखनली को धीरे-धीरे गर्म कीजिए। आप देखेंगे कि मर्क्यूरी लाल चूर्ण में बदल गया है। ऐसा पारे का वायु की ऑक्सीजन के साथ संयोजन के कारण होता है। मर्क्यूरी और ऑक्सीजन मिलकर मर्क्यूरी ऑक्साइड बनाते हैं।

$$\underset{\text{मर्क्यूरी}}{2Hg} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{मर्क्यूरी ऑक्साइड}}{2HgO}$$

इस अभिक्रिया में, दो अभिकारक मिलकर एक उत्पाद बनाते हैं। ऐसी अभिक्रियाओं को **संयोजन अभिक्रियाएँ** कहते हैं। आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है कि आयरन और सल्फ़र मिलकर आयरन सल्फ़ाइड बनाते हैं। यह भी संयोजन अभिक्रिया का एक उदाहरण है। अमोनिया (NH_4Cl) का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) के साथ संयुक्त होकर अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) बनाना संयोजन अभिक्रिया का एक अन्य उदाहरण हैं।

संयोजन अभिक्रियाओं को उनके घटकों से रसायन बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। उदाहरण के लिए, सल्फ़्यूरिक अम्ल एक औद्योगिक रसायन है इसे तीन क्रमवार संयोजन अभिक्रियाओं द्वारा उत्पादित किया जाता है। पहले सल्फ़र को जलाकर उसका ऑक्सीजन के साथ संयोजन किया जाता है जिससे सल्फ़र डाइऑक्साइड (SO_2) प्राप्त होती है। सल्फ़र डाइऑक्साइड का अतिरिक्त ऑक्सीजन के साथ उत्प्रेरक की उपस्थिति में संयोजन होने दिया जाता है जिससे सल्फ़र ट्राइऑक्साइड (SO_3) प्राप्त होती है। सल्फ़र ट्राइऑक्साइड को जल के साथ मिश्रित करके सल्फ़्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) प्राप्त किया जाता है।

अमोनिया (NH_3) उर्वरकों और विस्फोटकों को बनाने के लिए एक महत्तवपूर्ण औद्योगिक रसायन है यह नाइट्रोजन और हाइड्रोजन के संयोजन से प्राप्त की जा सकती है। प्रयोगशाला में अमोनिया बनाने की विधि जर्मनी के एक रसायनज्ञ फ्रिट्स हाबर ने सन 1909 में विकसित की थी। बाद में, कार्ल बॉश द्वारा अमोनिया को व्यापक पैमाने पर उत्पादित करने के औद्योगिक प्रक्रम विकसित किए गए। उच्च ताप और उच्च दाब पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में नाइट्रोजन और हाइड्रोजन का संयोजन होता है। इस प्रक्रम को हाबर-बॉश प्रक्रम कहा जाता है। हाबर और बॉश को उनके इस महत्तवपूर्ण कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

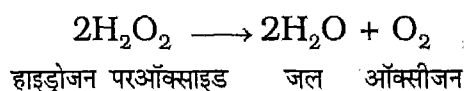
अपघटन अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 7

किसी परखनली (15 mL) में लगभग 5 mL हाइड्रोजन परऑक्साइड लीजिए। इसमें थोड़ा सा मैंगनीज़ डाइऑक्साइड डालिए। आप देखेंगे कि मिश्रण से बुलबुले उठने

आरंभ हो गए हैं। परखनली के मुँह के पास एक जलती हुई अगरबत्ती लाइए। आप देखेंगे कि अगरबत्ती चमक के साथ जलने लगी है जिससे ऑक्सीजन की उपस्थिति का ज्ञान होता है। मैंगनीज़ डाइऑक्साइड की उपस्थिति में हाइड्रोजन पर ऑक्साइड, जल और ऑक्सीजन में अपघटित हो जाता है जैसाकि निम्नलिखित समीकरण में दिखाया गया है:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

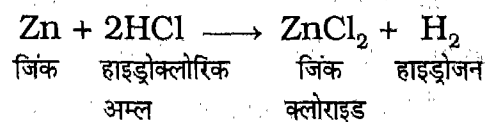
हाइड्रोजन परऑक्साइड   जल   ऑक्सीजन

ऊपर दी गई अभिक्रिया में अभिकारक दो या अधिक उत्पादों में अपघटित होता है। ऐसी अभिक्रियाएँ जिनमें किसी अभिकारक से दो या अधिक उत्पाद प्राप्त होते हैं, **अपघटन अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं। जल का विद्युत्-अपघटन और चूने के पत्थर का चूना और कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होना अपघटन अभिक्रियाओं के अन्य उदाहरण हैं।

विस्थापन अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 8

किसी परखनली (15 mL) में जिंक के कुछ टुकड़े डालिए और इसमें लगभग 5 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। गैस के बुलबुले निकलने शुरू हो जाएँगे। परखनली के मुँह के पास एक जलती हुई मोमबत्ती ले जाइए। आप "पॉप" जैसी आवाज़ सुनेंगे जिससे हाइड्रोजन की उपस्थिति का पता चलता है। इस अभिक्रिया में जिंक ने हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) में से हाइड्रोजन को विस्थापित कर दिया है। विस्थापित हाइड्रोजन गैस के रूप में निकलती है तथा अभिक्रिया में उत्पन्न अन्य उत्पाद जिंक क्लोराइड ($ZnCl_2$) पानी में घुल जाता है।

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

जिंक   हाइड्रोक्लोरिक अम्ल   जिंक क्लोराइड   हाइड्रोजन

इस अभिक्रिया में एक यौगिक, HCl, में एक पदार्थ (Zn) ने दूसरे पदार्थ (हाइड्रोजन) को विस्थापित कर दिया है। ऐसी अभिक्रियाएँ **विस्थापन अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं। इन अभिक्रियाओं के और उदाहरणों के बारे में आप धातुओं और अधातुओं के अध्याय में पढ़ेंगे।

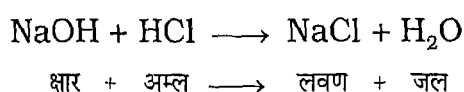
उदासीनीकरण अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 9

किसी शंक्वाकार फ्लास्क (250 mL) में तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के 25 mL लीजिए और उसमें फीनॉलफ्थेलीन सूचक की एक बूंद डाल दीजिए। विलयन का रंग गुलाबी हो जाएगा। एक ब्यूरेट को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से भरिए और उसे बूंद-बूंद करके फ्लास्क में डालिए। जैसे-जैसे दोनों विलयन मिश्रित होते हैं, गुलाबी रंग हल्का होता जाता है। कुछ समय बाद, गुलाबी रंग लुप्त हो जाता है। अब इस मिश्रण का लाल और नीले लिटमस कागज से परीक्षण कीजिए। आप देखेंगे कि नीले और लाल लिटमस कागज का रंग अपरिवर्तित रहता है। इसका अर्थ है कि यह विलयन उदासीन है।

आप जानते हैं कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक अम्ल है जबकि सोडियम हाइड्रॉक्साइड क्षार है। अतः यह अभिक्रिया अम्ल-क्षार अभिक्रिया है। जब अम्ल और क्षार को उचित अनुपात में मिश्रित किया जाता है तो एक उदासीन विलयन प्राप्त होता है। ऐसी अभिक्रियाएँ **उदासीन अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं। इन अभिक्रियाओं में उत्पाद सदैव लवण और जल के रूप में प्राप्त होते हैं।

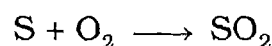
$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

क्षार + अम्ल ⟶ लवण + जल

पाचन प्रक्रम में अम्ल एक आवश्यक रसायन होता है। यह आमाशय में बनता है और प्रोटीनों के पाचन में उपयोगी होता है। जब कभी आमाशय में अम्ल की अधिकता हो जाती है तब सीने में जलन का आभास होता है। कभी-कभी अति अम्लता के कारण उल्टी भी आ सकती है। यदि अम्लता को दीर्घ अवधि तक नियंत्रित न किया जाए तो यह आमाशय की भित्ति को प्रभावित करके अल्सर बना सकती है। अतः, यह आवश्यक है कि आमाशय के अम्ल की मात्रा को नियंत्रण में रखा जाए। हमने जो उदासीनीकरण का सिद्धांत पढ़ा है, उसे भी अम्लता के नियंत्रण के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। आमाशय में स्रावित अम्ल को उदासीन करने के लिए रोगी को क्षार या क्षारक युक्त गोली चबाने के लिए दी जाती है। यह मैग्नीशियम ऑक्साइड से बनी होती है। जिसे "मिल्क ऑफ मैग्नीशिया" कहा जाता है। मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड आमाशय में उपस्थित अम्ल से अभिक्रिया करता है और उसे उदासीन कर देता है। इससे रोगी का अतिरिक्त अम्ल के हानिकारक प्रभाव से बचाव हो जाता है।

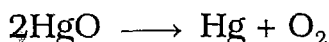
लवणों का विभिन्न कार्यों के लिए उपयोग किया जाता है। इन्हें अधिकांशतया उदासीनीकरण अभिक्रियाओं से प्राप्त किया जाता है। हमें जिस लवण को प्राप्त करना होता है, उसी के अनुसार हम अम्ल और क्षार का चुनाव करते हैं। मान लीजिए कि आप कैल्सियम सल्फेट प्राप्त करना चाहते हैं; तब आप कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड और सल्फ्यूरिक अम्ल लेंगे। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के स्थान पर आप कैल्सियम ऑक्साइड भी ले सकते हैं। धातुओं के ऑक्साइड भी अम्लों के साथ अभिक्रिया करके लवण और जल देते हैं।

रेडॉक्स अभिक्रियाएँ

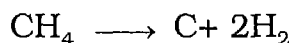
ऑक्सीजन एक अत्यधिक अभिक्रियाशील तत्व है। यह अन्य तत्वों के साथ अभिक्रिया करके यौगिक बनाती है। जब कोई तत्व ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होता है तब हम कहते हैं कि तत्व का ऑक्सीकरण हुआ है। उदाहरण के लिए जब सल्फर जलकर सल्फ़र डाइऑक्साइड बनाता है तो हम कहते हैं सल्फ़र का ऑक्सीकरण हुआ है। इस अभिक्रिया को सरल रासायनिक समीकरण द्वारा निम्नलिखित रूप से दर्शाया जा सकता है:

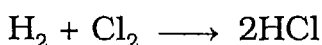
$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

ऑक्सीजन का संयोग (संयोजन) **ऑक्सीकरण** कहलाता है। आप जानते हैं कि लोहे के ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होने से जंग लगता है। अतः लोहे में जंग लगना ऑक्सीकरण अभिक्रिया का उदाहरण है। इसी प्रकार, कार्बन मोनोक्साइड का कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तन भी ऑक्सीकरण अभिक्रिया का उदाहरण है।

जैसाकि ऊपर बताया गया है, ऑक्सीजन से संयोग ऑक्सीकरण कहलाता है। इसके विपरीत किसी यौगिक में ऑक्सीजन की कमी अपचयन या रिडक्सन कहलाता है। उदाहरण के लिए मर्क्यूरी ऑक्साइड को गर्म करने पर हमें मर्क्यूरी और ऑक्सीजन प्राप्त होते हैं।

$$2HgO \longrightarrow Hg + O_2$$

इस अभिक्रिया में मर्क्यूरी ऑक्साइड का अपचयन होता है क्योंकि इसमें यौगिक में ऑक्सीजन की कमी होती है।

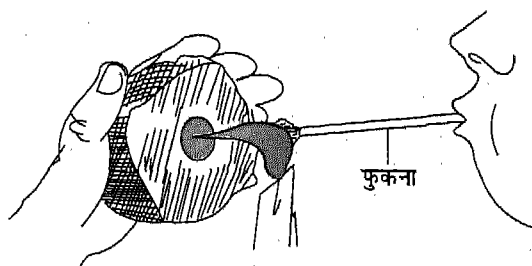
ऑक्सीकरण और अपचयन को हाइड्रोजन की कमी और प्राप्ति के रूप में भी परिभाषित किया जाता है। हाइड्रोजन की प्राप्ति को अपचयन कहते हैं। अब मेथैन के भंजन (ऊष्णीय विखंडन) पर विचार करें जिसे नीचे दिए गए समीकरण से दिखाया गया है:

$$CH_4 \longrightarrow C + 2H_2$$

इस अभिक्रिया में, मेथैन में कार्बन से हाइड्रोजन अलग हो गया है। अतः, कार्बन का ऑक्सीकरण हुआ है। आइए, अब हाइड्रोजन और क्लोरीन के संयोजन द्वारा हाइड्रोजन क्लोराइड के बनने पर विचार करें जिसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शाया जाता है:

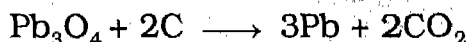
$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

इस अभिक्रिया में, क्लोरीन ने हाइड्रोजन प्राप्त की है, अतः क्लोरीन का अपचयन हुआ है।

यह याद रखना चाहिए कि **ऑक्सीकरण और अपचयन अभिक्रियाएँ साथ-साथ होती हैं**। जब एक पदार्थ ऑक्सीकृत होता है तो दूसरा अपचयित होता है। इसे रेड लेड और कार्बन के बीच अभिक्रिया द्वारा दर्शाया जा सकता है जिसकी निम्नलिखित क्रियाकलाप में चर्चा की गई है।

क्रियाकलाप 10

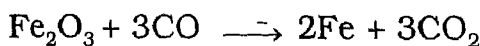
कोयले का एक टुकड़ा लीजिए और इसमें छोटा सा एक गड्ढा बनाइए। इसमें थोड़ा सा रेड लेड रखिए तथा फूँक मार कर लौ को लेड की ओर कीजिए जैसाकि चित्र 4.5 में

***चित्र 4.5** रेड लेड का अपचयन*

दिखाया गया है। आप देखेंगे कि चूर्ण का रंग लाल से पीला हो गया है। आप तब तक लौ को फूँक मारते रहिए जब तक कि धूसर रंग का द्रव प्राप्त न हो जाए। ठंडा होने पर यह द्रव ठोस बन जाता है। यह लेड (सीसा) है। इस अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण से दर्शाया जा सकता है।

$$Pb_3O_4 + 2C \longrightarrow 3Pb + 2CO_2$$

लेड ऑक्साइड कार्बन   लेड कार्बन डाइऑक्साइड

इस अभिक्रिया में, लेड ऑक्साइड में ऑक्सीजन की कमी हुई है, अतः वह अपचयित हुआ है। साथ ही साथ कार्बन से ऑक्सीजन का संयोग हुआ है, अतः कार्बन का ऑक्सीकरण हुआ है। ऐसी अभिक्रियाएँ **रेडॉक्स अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं।

रेडॉक्स अभिक्रियाएँ धातुओं के निष्कर्षण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। अधिकांश अयस्क, ऑक्साइडों के रूप में पाए जाते हैं। इन ऑक्साइडों के अपचयन से धातुएँ प्राप्त की जाती हैं। आयरन ऑक्साइड के अपचयन द्वारा आयरन को प्राप्त करना इसका एक उदाहरण है। आयरन ऑक्साइड (Fe_2O_3) को कोक के साथ उच्च ताप पर भट्टी में गर्म किया जाता है। इस प्रक्रम में, आयरन ऑक्साइड का अपचयन होता है और आयरन प्राप्त होता है जिसे निम्नलिखित अभिक्रिया द्वारा दर्शाया गया है:

$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

इनके उत्तर दीजिए

1. उचित उदाहरणों द्वारा रिक्त स्थान भरिए। प्रत्येक पद को एक उदाहरण देकर समझाया गया है :

   संयोजन अभिक्रियाएँ : मैग्नीशियम के तार का जलना, ________ , ________ , ________ .

   अपघटन अभिक्रियाएँ : जल का विद्युत्-अपघटन, ________ , ________ , ________ .

   विस्थापन अभिक्रियाएँ : लोहे की कील और कॉपर सल्फेट विलयन के बीच अभिक्रिया, ________ , ________ , ________ .

   उदासीनीकरण अभिक्रियाएँ : साबुन का घोल और टार्टरिक अम्ल को मिश्रित करना, ________ , ________ , ________ .

   रेडॉक्स अभिक्रियाएँ : मेथैन का दहन, ________ , ________ , ________ .

प्रमुख शब्द

आसवन, केशिका, जल बाथ, अवक्षेप, अभिकारक, उत्पाद, संयोजन, अपघटन, विस्थापन, उदासीनीकरण, रेडॉक्स अभिक्रिया।

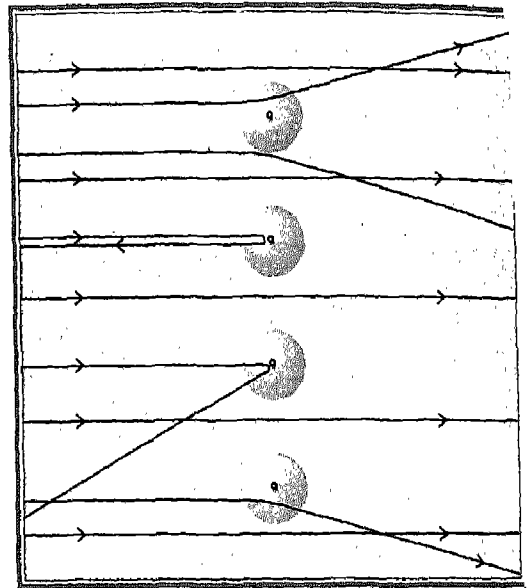
सारांश

- अवांछित घटकों को अलग करना पदार्थों का शोधन कहलाता है।
- किसी पदार्थ की शुद्धता की जाँच उसका गलनांक या क्वथनांक या दोनों का ही निर्धारण कर की जा सकती है।
- रासायनिक अभिक्रियाएँ गैस के निकलने, रंग परिवर्तन, अवक्षेप के बनने, ऊर्जा परिवर्तन या अवस्था परिवर्तन के द्वारा पहचानी जाती हैं।
- रासायनिक अभिक्रियाएँ विभिन्न प्रकार की होती हैं। उन्हें संयोजन, अपघटन, विस्थापन, उदासीनीकरण और रेडॉक्स अभिक्रियाओं में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- रसायनों की प्राप्ति के लिए विभिन्न रासायनिक अभिक्रियाओं का उपयोग किया जाता है।

अभ्यास

1. निम्नलिखित पदों की व्याख्या कीजिए:
   आसुत जल, गलनांक, क्वथनांक, हिमकारी मिश्रण, रासायनिक अभिक्रिया।
2. निम्नलिखित के लिए कारण बताइए:
   (क) "लवण-क्यारी" से प्राप्त किए गए नमक को पुनः शुद्ध किया जाता है।
   (ख) ठंडी जलवायु वाले देशों में सर्दियों में सड़कों पर नमक छिड़का जाता है।
   (ग) अम्लता के कष्ट से प्रभावित व्यक्ति को मिल्क ऑफ मैग्नीशिया पिलाया जाता है।
   (घ) लवणों को उदासीनीकरण अभिक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है।
3. कोई दिया हुआ प्रतिदर्श शुद्ध अथवा नहीं — इसे जाँच करने की विधि का वर्णन कीजिए।
4. नैफ्थलीन के उदाहरण द्वारा किसी पदार्थ के गलनांक निर्धारण की विधि का वर्णन कीजिए।
5. रासायनिक अभिक्रियाओं के क्या अभिलक्षण हैं?
6. रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार कौन-कौन से हैं?
7. जब कैल्सियम कार्बोनेट को गर्म किया जाता है तो कैल्सियम ऑक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त होते हैं: $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
   यह किस प्रकार की अभिक्रिया है? इसमें कौन अभिकारक हैं और कौन उत्पाद?
8. बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य?
   (क) किसी पदार्थ का गलनांक उसका अभिलाक्षणिक गुणधर्म होता है।
   (ख) नैफ्थलीन 400°C पर उबलता है।
9. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए:
   आसुत जल, सल्फ्यूरिक अम्ल का उत्पादन, रेडॉक्स अभिक्रियाएं
10. संयोजन, अपघटन, विस्थापन और उदासीनीकरण अभिक्रियाओं के दो-दो उदाहरण दीजिए।
11. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के दो-दो उदाहरण दीजिए:
    (i) जिनमें अवक्षेप बनता है,
    (ii) ऊर्जा निकलती है,
    (iii) रंग परिवर्तन होता है और
    (iv) अवस्था परिवर्तन होती है।
12. आप दिए गए लवणों को किस प्रकार प्राप्त करेंगे — अमोनियम क्लोराइड, पोटैशियम नाइट्रेट और कॉपर सल्फेट।

अध्याय 5

परमाणु की संरचना

आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है कि द्रव्य सूक्ष्म कणों से बना होता है। यदि हम इन कणों को तोड़ते जाएँ तो एक अवस्था ऐसी आती है जब इन कणों को और तोड़ना संभव नहीं होता। इस अवस्था में हमें एक अविभाज्य कण प्राप्त होता है जिसे **परमाणु** कहते हैं।

अब हमारे मन में कई प्रश्न उठते हैं। परमाणु कैसा दिखता है? परमाणु किससे बना होता है? क्या परमाणु को और विभाजित करना संभव है? ये प्रश्न 19वीं और 20वीं शताब्दी के वैज्ञानिकों के मन में बार-बार उठते रहे हैं। अनेक प्रकार के प्रयोगों को करने के बाद वैज्ञानिक यह जान सके कि परमाणु के अंदर क्या होता है। परमाणु की संरचना समझने के बाद वे द्रव्य की प्रकृति और व्यवहार के कई रहस्यों को सुलझा सके। इस अध्याय में हम परमाणु की संरचना के इतिहास के बारे में जानेंगे और यह बताएंगे कि परमाणु संरचना का द्रव्य के गुणधर्मों के साथ क्या संबंध है।

5.1 द्रव्य के निर्माण खंडों के रूप में परमाणु

आप यह जानते हैं कि प्रकृति में संपूर्ण द्रव्य केवल कुछ तत्वों से मिलकर बना है। ये तत्व अणुओं या परमाणुओं से मिलकर बने होते हैं। वास्तव में, अणु भी परमाणुओं से ही बने होते हैं। अतः, परमाणु द्रव्य के सूक्ष्मतम कण हैं और वे निर्माण खंडों का कार्य करते हैं। **किसी तत्व का सबसे सूक्ष्म कण जो उस तत्व के गुणधर्म दर्शाता है, 'परमाणु' कहलाता है।**

दो या दो से अधिक परमाणु आपस में मिलकर अणु बनाते हैं। यदि परमाणु एक ही प्रकार के हों, तो हमें एक **तत्व** का अणु प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन के दो परमाणु हाइड्रोजन का एक अणु (H_2) बनाते हैं। यदि परमाणु भिन्न हों अर्थात् भिन्न तत्वों के हों, तो हमें एक **यौगिक** का अणु प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन का एक परमाणु (H) और क्लोरीन का एक

परमाणु (Cl), हाइड्रोजन क्लोराइड (HCl) का एक अणु बनाते हैं। **किसी तत्व या यौगिक का वह सबसे सूक्ष्म कण जिसका स्वतंत्र अस्तित्व होता है, अणु कहलाता है। किसी तत्व का अणु उस तत्व के रासायनिक गुणधर्म प्रदर्शित करता है और किसी यौगिक का अणु उस यौगिक के रासायनिक गुणधर्म प्रदर्शित करता है।**

परमाणु अत्यंत सूक्ष्म होते हैं। वे इतने छोटे होते हैं कि उन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता। यहाँ तक कि एक पिन के सिरे पर लाखों परमाणु हो सकते हैं। परमाणु की त्रिज्या एंग्स्ट्रॉम में व्यक्त की जाती है (एक एंग्स्ट्रॉम, $Å = 10^{-8}$ cm)। परमाणुओं के अध्ययन से वैज्ञानिकों ने यह पाया कि परमाणु विद्युतीय दृष्टि से उदासीन होते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. 'परमाणु' पद से आप क्या समझते हैं?
2. 'अणु' पद से आप क्या समझते हैं?
3. परमाणुओं को द्रव्य के निर्माण खंड क्यों कहा जाता है?
4. परमाणु की त्रिज्या का मात्रक क्या है?

5.2 परमाणु का मॉडल

परमाणु सिद्धांत का पहला श्रेय प्राचीन यूनानियों को दिया जाता है। परंतु इस धारणा की उत्पत्ति इससे भी पहली सभ्यताओं द्वारा हुई होगी। अरस्तू (चौथी शताब्दी, ई.पू.) का मानना था कि द्रव्य सतत है और इसलिए उसे लगातार छोटे कणों में विभाजित किया जा सकता है।

परमाणु के बारे में विचार करने वाले ल्यूसीपस, डिमाक्रिटस और एपीक्यूरस (छठी शताब्दी, ई.पू.) का विश्वास था कि इन कणों को विभाजित करने से परमाणु प्राप्त होंगे (यूनानी में एटॉम्स (atoms) का अर्थ अविभाज्य या अनाकाट्य है)। महर्षि कणाद (छठी शताब्दी, ई.पू.) ने भी कहा कि द्रव्य सूक्ष्म कणों का बना होता है। भारतीय विचारकों और दार्शनिकों ने इन कणों को 'परमाणु' नाम दिया।

कणाद, यूनानी दार्शनिकों और अन्य लोगों द्वारा प्रस्तावित प्राचीन सिद्धांत केवल विचारों पर आधारित थे न कि प्रयोगों पर। लगभग 2000 वर्षों तक परमाणु सिद्धांत केवल कल्पना तक ही सीमित रहा।

जॉन डॉल्टन ने उस समय (1803–1807) ज्ञात रासायनिक संयोजन के नियमों के आधार पर परमाणु सिद्धांत प्रस्तावित किया। परमाणु और उसके गुणधर्मों के बारे में आजकल प्रचलित विचार डॉल्टन के विचारों के संशोधन/सुझावों से ही उभरे हैं। डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत की मुख्य बातें इस प्रकार हैं:

1. तत्व अत्यंत सूक्ष्म अविभाज्य कणों से बना होता है जिन्हें परमाणु कहते हैं।
2. परमाणुओं की न तो रचना की जा सकती है और न ही उन्हें नष्ट किया जा सकता है। उन्हें विभाजित नहीं किया जा सकता और न ही उन्हें एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।
3. एक तत्व के सभी परमाणु द्रव्यमान और गुणधर्मों में एकसमान होते हैं। विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान और गुणधर्म भिन्न होते हैं।
4. परमाणु सरल (पूर्णांक) अनुपात में संयुक्त होते हैं।

5. किसी रासायनिक परिवर्तन में परमाणु पृथक होते हैं, संयुक्त होते हैं अथवा पुनर्व्यवस्थित होते हैं।

डॉल्टन के अनुसार परमाणु को और आगे विभाजित नहीं किया जा सकता। परंतु अविभाज्य होने की यह धारणा समय के साथ गलत सिद्ध हुई क्योंकि बाद में अवपरमाणुक कणों की खोज हो गई। फिर भी डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत को स्वीकार कर उन्नीसवीं शताब्दी के रसायनज्ञ उस समय ज्ञात रासायनिक संयोग के नियमों की व्याख्या कर सके।

डॉल्टन के सिद्धांत को भली-भाँति समझने के लिए सन् 1789 में लावूसिए द्वारा दिए गए संहति संरक्षण के नियम और स्थिर अनुपात के नियम को जानना आवश्यक होगा।

सत्रहवीं और अठारवीं शताब्दी में, केवल कुछ ही रसायनों ने रासायनिक परिवर्तनों का मात्रात्मक रूप से अध्ययन किया जा सका। बंद पात्रों में अभिक्रियाएँ करके उन्होंने दर्शाया कि रासायनिक अभिक्रिया में उत्पादों का द्रव्यमान अभिकारकों के द्रव्यमान के बराबर होता है। अत: रासायनिक अभिक्रिया के दौरान द्रव्यमान में परिवर्तन नहीं होता है। दूसरे शब्दों में द्रव्य का द्रव्यमान संरक्षित रहता है। इसको **संहति के संरक्षण के नियम** के रूप में जाना गया।

निश्चित अनुपात के नियम के अनुसार जब दो या दो से अधिक तत्व संयुक्त होते हैं तो वे सदैव द्रव्यमान की दृष्टि से एक नियत या निश्चित अनुपात में संयुक्त होते हैं। उदाहरण के लिए, जब हाइड्रोजन और ऑक्सीजन संयुक्त होकर जल बनाते हैं, तो वे सदैव द्रव्यमान द्वारा 1 : 8 के अनुपात में संयुक्त होते हैं।

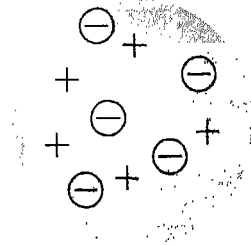
रासायनिक संयोजनों के इन नियमों के तथ्यों की व्याख्या के प्रयास में जॉन डॉल्टन, जो कि एक अध्यापक थे, ने परमाणु सिद्धांत प्रस्तावित किया। उन्होंने माना कि सभी तत्व सूक्ष्म अविभाज्य कणों, जिन्हें परमाणु कहते हैं, से मिलकर बने हैं। उन्होंने यह भी कहा कि किसी तत्व के सभी परमाणुओं के गुणधर्म समान होते हैं और उनमें से प्रत्येक का द्रव्यमान समान होता है। परंतु वे अन्य तत्वों के परमाणुओं से इस दृष्टि से भिन्न होते हैं। रासायनिक परिवर्तनों में परमाणु, संयुक्त होकर नए यौगिक की छोटी इकाइयाँ बनाते हैं। जब परमाणुओं का रासायनिक संयोग होता है तो किसी भी विशिष्ट परमाणु का द्रव्यमान परिवर्तित नहीं होता है और इसलिए कुल द्रव्यमान संरक्षित रहता है। **निश्चित संघटन के नियम** की व्याख्या करने के लिए, उन्होंने कहा कि रासायनिक यौगिक दो या दो से अधिक तत्वों के परमाणुओं के संयोजन से बनते हैं। जब एक तत्व का दूसरे तत्व के साथ संयोजन होता है तो संयोजन सदैव विभिन्न प्रकार के परमाणुओं की निश्चित संख्या के बीच होता है। गुणित अनुपात के नियम की व्याख्या करने के लिए उन्होंने कहा कि संयोजन सदैव सरलतम संभव अनुपात में होता है। उदाहरण के लिए, A का एक परमाणु B के 1, 2 अथवा 3 परमाणुओं के साथ संयोजन कर सकता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. उन दार्शनिकों के नाम बताइए जिन्होंने परमाणु का मॉडल प्रस्तावित करने का प्रयास किया।
2. एक ही तत्व के विभिन्न परमाणुओं के गुण और द्रव्यमान के संबंध में डॉल्टन ने क्या कहा था?
3. परमाणुओं के अस्तित्व के आधार पर डॉल्टन का रासायनिक परिवर्तन के संबंध में क्या मत था?

5.3 परमाणु का संघटन

डॉल्टन के मॉडल की प्रस्तुति के लगभग सौ वर्ष बाद यह प्रमाण एकत्रित होने प्रारंभ हो गए कि परमाणुओं की भी आंतरिक संरचना होती है जिसमें अवपरमाणुक कण होते हैं। कैथोड किरण नलिका के साथ प्रयोगों के दौरान सर जे. जे. टॉम्सन ने यह दर्शाया कि कैथोड (ऋण आवेश वाला इलेक्ट्रोड) से ऋण आवेशित कणों द्वारा बनी किरणों का पुंज निकलता है। इन कणों के बारे में रोचक बात यह थी कि वे चुंबक द्वारा विचलित हो जाते थे। कैथोड के रूप में भिन्न-भिन्न धातुओं के प्रयोग करने पर भी एक समान परिणाम प्राप्त हुए। अत: उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि ये ऋण आवेशित कण सभी तत्वों के अनिवार्य घटक होते हैं। इन कणों को **इलेक्ट्रॉन** नाम दिया गया। बाद के अध्ययनों से यह प्रमाणित हुआ कि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान 9.1×10^{-28}g या हाइड्रोजन परमाणु, जो सबसे हल्का परमाणु है, के द्रव्यमान का लगभग 1/1837 होता है। यह ज्ञात था कि **सभी परमाणु विद्युत उदासीन** होते हैं। किसी परमाणु के उदासीन होने के लिए उसमें धन आवेशित कणों की संख्या इलेक्ट्रॉनों के बराबर होनी चाहिए ताकि इलेक्ट्रॉनों का धन आवेश प्रतिकारित हो सके। वास्तव में इ. गोल्डस्टीन ने कैथोड किरण नलिका में धन आवेशित कणों की उपस्थिति भी सिद्ध की जो कैथोड किरणों की विपरीत दिशा में गति करते थे। सन् 1897 में विलहेम विन ने यह प्रमाणित किया कि सबसे हल्का धन आवेशित कण **प्रोटॉन** है जो कि कैथोड किरण नलिका में हाइड्रोजन गैस लेने पर प्राप्त हुआ था। चूंकि प्रोटॉन द्रव्यमान की वह न्यूनतम इकाई थी जिस पर इकाई धन आवेश था, अत: उसे परमाणु का एक और मूल कण माना गया।

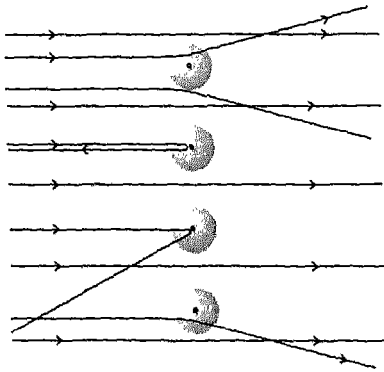
इन अध्ययनों के आधार पर, सन् 1903 में, जे. जे. टॉम्सन ने परमाणु का एक मॉडल प्रस्तावित किया। इस मॉडल के अनुसार, परमाणु एक धन आवेशित ठोस गोला है जिसमें ऋण आवेशित कण समान रूप से वितरित रहते हैं। आप इसकी तुलना केक में किसी किशमिश और तरबूज में बीजों के साथ कर सकते हैं (चित्र 5.1)।

चित्र 5.1 टॉम्सन मॉडल

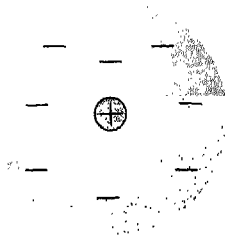
प्रोटॉन की खोज के कुछ समय बाद ही अनेक वैज्ञानिकों ने परमाणु की संरचना का वर्णन करने का प्रयास किया। एक प्रकार के प्रयोगों में सोने की पन्नी पर एल्फ़ा (α) कणों द्वारा बमबारी की गई। एल्फ़ा कण कुछ रेडियोधर्मी पदार्थों से उत्सर्जित होते हैं और उनमें दो प्रोटॉनों के कारण दो इकाई धन आवेश होता है और उनका द्रव्यमान चार इकाई है। ब्रिटेन के एक भौतिकी वैज्ञानिक ऐर्नेस्ट रदरफोर्ड ने एल्फ़ा कणों से सोने की पतली पन्नी पर बमबारी की। इनमें से अधिकांश एल्फ़ा कण, अप्रभावित रहकर, अपने पथ पर सीधे चले गए परंतु कुछ कण अपने पथ से विचलित हो गए। बहुत थोड़े से कण ऐसे भी थे जो पन्नी से टकराकर वापस आ गए।

जे. जे. टॉम्सन

सर जे. जे. टॉम्सन का जन्म 18 दिसंबर, 1856 को इंग्लैंड में मैनचैस्टर के एक पुस्तक विक्रेता के यहाँ हुआ था। बी. ए. की उपाधि प्राप्त करने के बाद उन्होंने कैम्ब्रिज में कैवेंडिश प्रयोगशाला में काम करना आरंभ किया। बाद में, वे इस प्रयोगशाला के अध्यक्ष बने। विज्ञान में उनका सबसे प्रमुख योगदान यह सिद्ध करता है कि इलेक्ट्रॉन द्रव्य का अनिवार्य घटक है। गैसों में विद्युत् चालकता के उनके अध्ययन पर सन् 1906 में उन्हें भौतिकी में नोबेल पुरस्कार दिया गया।

कैवेंडिश प्रयोगशाला के अध्यक्ष के रूप में, टॉम्सन ने प्रयोगशाला के विकास के लिए कार्य किया। उनके साथ कार्य करने के लिए विश्व के कई भागों से अनेक प्रतिभाशाली वैज्ञानिक आए। शोध कार्य के अतिरिक्त, वे सुबह प्राथमिक कक्षाओं को और दोपहर में स्नातकोत्तर कक्षाओं को पढ़ाते थे। विज्ञान के अतिरिक्त उनकी रुचि अनेक क्षेत्रों जैसे राजनीति, नाटक, खेल आदि में भी थी। वे अपने बगीचे के लिए दूर-दूर तक पैदल चलकर दुर्लभ पौधों को एकत्रित करते थे। सन् 1918 में, उन्हें ट्रिनिटी कॉलेज का प्रधान बनाया गया। इस पद पर वे निधन होने (30 अगस्त, 1940) तक कार्य करते रहे।

चित्र 5.2 में एल्फ़ा प्रकीर्णन प्रयोग के परिणामों को व्यवस्थात्मक रूप से दिखाया गया है।

चित्र 5.2 रदरफोर्ड का एल्फ़ा प्रकीर्णन प्रयोग

कुछ प्रयोगों के अवलोकनों की व्याख्या करने के लिए रदरफोर्ड ने ये निष्कर्ष प्रस्तुत किए; (i) पन्नी की धातु के परमाणुओं का समस्त धन आवेश उसके द्रव्यमान केंद्र में बहुत कम आयतन में उपस्थित होता है। परमाणु के इस केंद्रीय भाग को **नाभिक** कहा गया है। प्रोटॉन जो कि धन आवेशित होते हैं, नाभिक में उपस्थित होते हैं। (ii) नाभिक ऋण आवेशित इलेक्ट्रॉनों से घिरा रहता है। प्रयोग में अधिकांश एल्फ़ा कण पन्नी में से इसलिए गुज़र गए क्योंकि नाभिक और उसके आस-पास उपस्थित इलेक्ट्रॉनों के बीच अत्यधिक रिक्त स्थान था। कुछ कण जो नाभिक के पास से गुजरे, वे अपने पथ से विचलित हो गए। ऐसा इसलिए हुआ क्योंकि नाभिक और कणों—दोनों पर धन आवेश था। जो एल्फ़ा कण नाभिक से सीधे जा टकराए, वे नाभिक के द्रव्यमान के कारण वापस मुड़ गए। अपने इन अवलोकनों एवम् निष्कर्षों के आधार पर रदरफोर्ड ने परमाणु का एक भिन्न मॉडल सुझाया जिसे चित्र 5.3 में दिखाया गया है।

चित्र 5.3 परमाणु का रदरफोर्ड का मॉडल

अनेक वर्षों तक केवल दो अवपरमाणुक कण--इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन ज्ञात थे। सन् 1932 में जेम्स चैडविक (जो ऐर्नेस्ट रदरफोर्ड के विद्यार्थी थे) ने एक नए अवपरमाणुक कण की खोज की जिसका द्रव्यमान लगभग प्रोटॉन के द्रव्यमान के बराबर था परंतु उस पर कोई आवेश नहीं था। इस उदासीन कण को **न्यूट्रॉन** नाम दिया गया।

नाभिक, जिसमें परमाणु का लगभग सारा द्रव्यमान उपस्थित होता है, प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों द्वारा बना होता है। आमाप में यह परमाणु का 1/100000 (10^{-5}) वाँ भाग होता है। परमाणु के सभी प्रोटॉन और न्यूट्रॉन इसी छोटे से आयतन में स्थित होते हैं। यदि हम परमाणु को क्रिकेट के खेल के मैदान के आमाप का मानें तो नाभिक का आमाप क्रिकेट की गेंद के बराबर होगा। हाइड्रोजन नाभिक में एक प्रोटॉन होता है जबकि कार्बन परमाणु के नाभिक में 6 प्रोटॉन और 6 न्यूट्रॉन होते हैं। इसी प्रकार यूरेनियम परमाणु के नाभिक में 92 प्रोटॉन और 143 न्यूट्रॉन एक अत्यंत छोटे से नाभिक में उपस्थित होते हैं।

परमाणु के रदरफोर्ड मॉडल का नीलबोर द्वारा संशोधन किया गया। बोर ने यह प्रस्तावित किया कि परमाणु का समस्त द्रव्यमान तथा धन आवेश उसके नाभिक में निहित होता है। उन्होंने यह भी सुझाव दिया कि किसी परमाणु में उसके इलेक्ट्रॉन निश्चित कक्षाओं में स्थित होते हैं तथा नाभिक के चारों ओर परिक्रमा करते रहते हैं। प्रत्येक कक्षा में किसी निश्चित संख्या तक इलेक्ट्रॉन हो सकते हैं। चित्र 5.4 में हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के परमाणुओं का बोर का मॉडल दर्शाया गया है।

ऐर्नेस्ट रदरफोर्ड 30 अगस्त, 1871 को न्यूज़ीलैंड के स्प्रिंग ग्रुव में जन्मे थे। भौतिकी और गणित में एम. ए. के पश्चात् 1895 में क्रेम्ब्रिज में जे. जे. टॉम्सन के साथ कार्य करने लगे। तीन वर्ष बाद वे कनाडा चले गए जहाँ मॉन्ट्रिअल में मैक्गिल् विश्वविद्यालय में उन्हें सम्मानजनक पद दिया गया। सन् 1907 में वे इंग्लैंड वापस आ गए जहाँ उन्हें मैनचेस्टर विश्वविद्यालय में सम्मानजनक पद दिया गया। सन् 1919 में सर जे. जे. टॉम्सन के बाद 'कैवेंडिश प्रोफेसर' बने।

रदरफोर्ड ने रेडियोऐक्टिवता से लेकर परमाणु-संरचना तक विभिन्न क्षेत्रों में शोध कार्य किया। उन्हें तत्वों के विघटन पर कार्य करने के लिए रसायन में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। सन् 1911 में उन्होंने परमाणु का नाभिकीय मॉडल देकर विज्ञान में सबसे महत्त्वपूर्ण योगदान किया।

केवल कुछ समय बीमार रहने के बाद सन् 1937 में 19 अक्टूबर को कैम्ब्रिज में रदरफोर्ड की मृत्यु हो गई।

चित्र 5.4 हाइड्रोजन एवम् ऑक्सीजन परमाणुओं के बोर के मॉडल

इनके उत्तर दीजिए

रिक्त स्थान भरिए:

1. परमाणु के तीन मूल कण ----, ---- और ---- हैं।
2. प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन पर क्रमशः ---- और ---- आवेश होता है जबकि न्यूट्रॉन पर आवेश ---- होता है।
3. इलेक्ट्रॉन की खोज ---- ने की जबकि न्यूट्रॉन की खोज ---- ने की।
4. परमाणु का नाभिक भारी और धन आवेश वाला होता है। यह ---- ने सुझाया था।
5. किसी परमाणु का नाभिक ---- और ---- द्वारा बना होता है।

5.4 परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या

किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या उस तत्व की परमाणु संख्या कहलाती है। इसे 'Z' संकेत द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। चूंकि परमाणु (उदासीन) में प्रोटॉनों और इलेक्ट्रॉनों की संख्या बराबर होती है, इसलिए किसी तत्व की परमाणु संख्या से उसके परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या का भी ज्ञान होता है।

परमाणु संख्या अत्यधिक महत्त्वपूर्ण है क्योंकि इससे एक तत्व का दूसरे तत्व से विभेद किया जा सकता है। हाइड्रोजन, जिसकी परमाणु संख्या 1 है, के नाभिक में एक प्रोटॉन होता है। उसके नाभिक के बाहर एक इलेक्ट्रॉन होता है। इसी प्रकार, हीलियम, जिसकी परमाणु संख्या 2 है, के नाभिक में 2 प्रोटॉन होते हैं और उसके नाभिक के बाहर 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं। परमाणु संख्या '6' वाले कार्बन में 6 प्रोटॉन और 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं। ध्यान दीजिए कि परमाणु संख्या में परिवर्तन से एक पूर्णतया भिन्न तत्व प्राप्त होता है जिसके अलग गुणधर्म होते हैं। निऑन जिसकी परमाणु संख्या 10 है (10 इलेक्ट्रॉन और 10 प्रोटॉन) एक उत्कृष्ट (अक्रिय) गैस है जबकि सोडियम जिसकी परमाणु संख्या 11 है (11 प्रोटॉन और 11 इलेक्ट्रॉन), एक अत्यधिक अभिक्रियाशील धातु है।

किसी परमाणु की द्रव्यमान संख्या उस परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्या के योग के बराबर होती है इसे 'A' से दर्शाया जाता है। चूंकि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान नगण्य होता है, अतः न्यूट्रॉनों और प्रोटॉनों की संख्या के योग (अर्थात् $n + p$) से परमाणु का लगभग द्रव्यमान ज्ञात किया जाता है। ध्यान दीजिए कि किसी तत्व के प्रोटॉनों की संख्या (परमाणु संख्या) से तत्व के बारे में पता चलता है और साथ ही प्रोट्रॉन परमाणु के द्रव्यमान में भी योगदान देते हैं। परंतु न्यूट्रॉन केवल परमाणु के द्रव्यमान में ही योगदान देते हैं। सारणी 5.1 में कुछ तत्वों की परमाणु संख्याएँ और द्रव्यमान संख्याएँ हैं।

सारणी 5.1: कुछ तत्वों की परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या

तत्व का नाम	*परमाणु संख्या (Z)*	*द्रव्यमान संख्या (A=n+p)*
हाइड्रोजन	1	1
हीलियम	2	4
ऑक्सीजन	8	16
सोडियम	11	23
क्लोरीन	17	36
आयरन (लोहा)	26	56
चांदी (सिल्वर)	47	108
आयोडीन	53	127
गोल्ड (सोना)	79	197
लेड	82	208

किसी तत्व की परमाणु संख्या से उसमें उपस्थित प्रोट्रॉनों और इलेक्ट्रॉनों की संख्या का ज्ञान होता है। परमाणु संख्या के साथ यदि आपको द्रव्यमान संख्या की भी जानकारी हो तो आप उस परमाणु में उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या ज्ञात कर सकते हैं। आइए, सीसे (Pb, लेड) के उदाहरण से इसे समझें। सीसे की परमाणु संख्या 82 और द्रव्यमान संख्या 208 है। अत: सीसे के परमाणु के नाभिक में 82 प्रोटॉन हैं और इसमें न्यूट्रॉनों की संख्या 126 (208—82) है। अत: हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि प्रोट्रॉनों की संख्या इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर तो होती है परंतु सामान्यत: न्यूट्रॉनों की संख्या के बराबर नहीं होती।

इनके उत्तर दीजिए

1. किसी तत्व की परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या से आप क्या समझते हैं?
2. किसी तत्व की परमाणु संख्या 8 है। इस जानकारी से आप इस तत्व के बारे में क्या जानकारी दे सकते हैं?
3. किसी तत्व की परमाणु संख्या 92 है और इसकी द्रव्यमान संख्या 238 है। इस परमाणु में उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या बताइए।

5.5 समस्थानिक

डॉल्टन ने यह माना था कि किसी तत्व के सभी परमाणु एकसमान होते हैं परंतु वैज्ञानिकों के बाद के अध्ययन में इसे सही नहीं पाया गया। अब यह ज्ञात है कि किसी तत्व के सभी परमाणुओं की परमाणु संख्या (प्रोट्रॉनों की संख्या) तो समान होती है परंतु उनकी द्रव्यमान संख्या (n+p) भिन्न भी हो सकती है। कुछ परमाणुओं में, यद्यपि प्रोट्रॉनों की संख्या तो दूसरे परमाणुओं की संख्या के समान होती है परंतु उनके नाभिकों में न्यूट्रॉनों की संख्या दूसरे परमाणुओं के नाभिकों में न्यूट्रॉनों की संख्या के बराबर नहीं होती। ये **समस्थानिक** कहलाते हैं। **किसी तत्व के वे परमाणु जिनकी परमाणु संख्या (Z) समान होती है परंतु द्रव्यमान संख्या (A) भिन्न होती है, समस्थानिक कहलाते हैं।**

प्रकृति में पाए जाने वाली हाइड्रोजन तीन भिन्न समस्थानिकों का मिश्रण होती है : हाइड्रोजन-1 (प्रोटियम), हाइड्रोजन-2 (ड्यूटीरियम) और हाइड्रोजन-3 (ट्रीटियम)। इन तीनों समस्थानिकों के नाभिकों में एक ही प्रोटॉन होता है परंतु न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न होती है। प्रोटियम, ड्यूटीरियम और ट्रीटियम में क्रमश: 0, 1 और 2 न्यूट्रॉन होते हैं। प्रोटियम, ड्यूटीरियम और ट्रीटियम को क्रमश: संकेत H, D और T से दर्शाते हैं। इन सभी में एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन होता है। इन सभी समस्थानिकों के समान रासायनिक गुण धर्म होने चाहिए क्योंकि इन सभी में केवल एक इलेक्ट्रॉन होता है। प्रकृति में पाई जाने वाली हाइड्रोजन में हाइड्रोजन-1 सबसे अधिक मात्रा में (99.985%) पाई जाती है। ड्यूटीरियम की मात्रा 0.15% होती है जबकि ट्रीटियम बहुत अल्प मात्रा में पाई जाती है। ट्रीटियम रेडियोऐक्टिव होती है। ड्यूटीरियम का उपयोग भारी जल बनाने में किया जाता है जो नाभिकीय रिएक्टरों में उपयोग किया जाता है।

इसी प्रकार, कार्बन के तीन समस्थानिक होते हैं: कार्बन-12, कार्बन-13 और कार्बन-14 । इनमें से प्रत्येक में 6 प्रोटॉन और 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं। हाइड्रोजन के समान ये भी न्यूट्रॉनों की संख्या के संदर्भ में आपस में भिन्न होते हैं। C-12, C-13 और C-14 के नाभिकों में क्रमश: 6,7 और 8

न्यूट्रॉन होते हैं। C-14 रेडियोऐक्टिव होता है। इसका उपयोग "कार्बन काल निर्धारण" में किया जाता है जिससे प्राचीन पदार्थों या भूगर्भीय प्रतिदर्शों (नमूनों) की आयु ज्ञात की जा सकती है। इसका उपयोग अनेक अभिक्रियाओं के अध्ययन में भी किया जाता है जिनमें प्रकाश-संश्लेषण एक है। प्रकाश - संश्लेषण प्रक्रम से पौधों में कार्बोहाइड्रेट (स्टार्च) बनते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

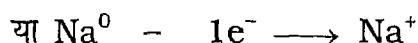
1. 'समस्थानिक' पद से आप क्या समझते हैं?
2. हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक कौन-से हैं?
3. उदाहरण सहित समझाइए कि कार्बन समस्थानिक का गुणधर्म दर्शाता है।

5.6 आयनों का बनना

परमाणु धन आवेशित नाभिक और उसके चारों ओर गति कर रहे इलेक्ट्रॉनों से मिलकर बना होता है। किसी परमाणु के नाभिक में उतने ही प्रोटॉन होते हैं जितने उसमें इलेक्ट्रॉन होते हैं। इलेक्ट्रॉन पर प्रोटॉन के बराबर परंतु विपरीत आवेश होता है। अत: परमाणु विद्युत-उदासीन होता है। परंतु यदि इस विद्युत-उदासीन परमाणु में एक और इलेक्ट्रॉन आ जाए तो इसमें एक इलेक्ट्रॉन की अधिकता हो जाती है। अत: वह ऋण आवेशित हो जाएगा। दूसरी ओर, यदि एक इलेक्ट्रॉन निकल जाए तो इलेक्ट्रानों की संख्या एक कम हो जाएगी। इस प्रकार परमाणु में एक प्रोटॉन की अधिकता हो जाएगी और वह धन आवेशित हो जाएगा। अत: किसी परमाणु से इलेक्ट्रॉन के निकलने या जुड़ने से आवेशित कण प्राप्त होता है जिसे **आयन** कहते हैं। उदाहरण के लिए, सोडियम परमाणु में 11 प्रोटॉन और 11 इलेक्ट्रॉन होते हैं। अत: यह विद्युत-उदासीन होता है। इसमें से एक इलेक्ट्रॉन निकलने से धन आवेशित सोडियम आयन बनता है। दूसरी ओर, क्लोरीन में 17 प्रोटॉन और 17 इलेक्ट्रॉन होते हैं। क्लोरीन परमाणु द्वारा एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने से एक ऋण आवेशित क्लोराइड आयन बनता है। इसे निम्नलिखित रूप से दिखाया जा सकता है:

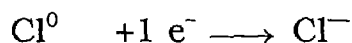
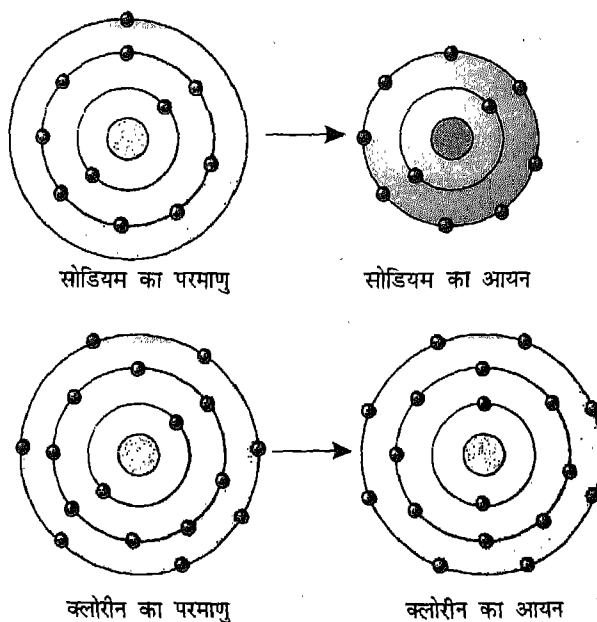
सोडियम परमाणु $- 1\ e^- \longrightarrow$ सोडियम आयन

$(11e^- \ - \ 1\ e^- \ = \ 10e^-)$

या $Na^0 \ - \ 1e^- \longrightarrow Na^+$

(Na^0 उदासीन सोडियम परमाणु को दर्शाता है और e^- एक इलेक्ट्रॉन)

क्लोरीन परमाणु $+1\ e^- \longrightarrow Cl^-$ क्लोराइड आयन

$(17e^- \ +1\ e^- \ = \ 18e^-$

$Cl^0 \ \ +1\ e^- \longrightarrow Cl^-$

(Cl^0 उदासीन क्लोरीन परमाणु को दर्शाता है)

चित्र 5.5 सोडियम एवम् क्लोराइड आयन का बनना

आयनों द्वारा बने यौगिक **आयनिक यौगिक** कहलाते हैं। उदाहरण के लिए, सोडियम क्लोराइड, धन आवेशित सोडियम आयनों और ऋण-आवेशित क्लोराइड आयनों से बना है। सोडियम क्लोराइड में सोडियम आयनों की संख्या क्लोराइड आयनों की संख्या के बराबर होती है। अतः, सोडियम क्लोराइड क्रिस्टल विद्युत्-उदासीन होता है। चूंकि इन यौगिकों में आयन, धन और ऋण आवेशित आयनों के बीच कूलॉम बलों के कारण आपस में दृढ़ता से जुड़े होते हैं। अतः, सामान्य ताप पर आयनिक यौगिक ठोस होते हैं। परंतु जब इन पदार्थों को पानी में घोला जाता है तो आयन अलग हो जाते हैं। अतः सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन में सोडियम आयन और क्लोराइड आयन होंगे। इसी प्रकार, पोटैशियम ब्रोमाइड के जलीय विलयन में पोटैशियम आयन और ब्रोमाइड आयन होंगे।

इनके उत्तर दीजिए

बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य:

1. किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन निकलने या ग्रहण करने से आयन बनते हैं।
2. किसी परमाणु से इलेक्ट्रॉन निकलने से ऋण आयन बनते हैं।
3. ऋण और धन आयनों के संयोजन से आयनिक यौगिक बनते हैं।
4. इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने से ऋण आयन बनता है।

5.7 परमाणु की संयोजन क्षमता

आप जानते हैं कि परमाणुओं के संयोजन से अणु बनते हैं। प्रत्येक परमाणु की एक निश्चित संयोजन क्षमता होती है जिसे **संयोजकता** कहते हैं। हाइड्रोजन की संयोजकता 1 मानकर अन्य तत्वों की संयोजकता प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से हाइड्रोजन के सापेक्ष ज्ञात की जाती है। हाइड्रोजन का एक परमाणु क्लोरीन के एक परमाणु से मिलकर हाइड्रोजन क्लोराइड बनाते हैं। अतः क्लोरीन की संयोजकता भी 1 होगी। हाइड्रोजन के दो परमाणु ऑक्सीजन के एक परमाणु के साथ संयुक्त होकर जल का एक अणु बनाता है। अतः ऑक्सीजन की संयोजकता 2 है। इसी प्रकार, हाइड्रोजन के तीन परमाणु नाइट्रोजन के एक परमाणु के साथ संयुक्त होते हैं। अतः नाइट्रोजन की संयोजकता 3 है।

हाइड्रोजन बहुत कम धात्वीय तत्वों से संयुक्त होती है। अतः धातुओं की संयोजकता ऑक्सीजन की संयोजकता का उपयोग करके निर्धारित की जाती है। मैग्नीशियम का एक परमाणु ऑक्सीजन के एक परमाणु के साथ संयुक्त होता है। अतः मैग्नीशियम की संयोजकता ऑक्सीजन के बराबर अर्थात् 2 है। इसी प्रकार, पोटैशियम के दो परमाणु ऑक्सीजन के एक परमाणु के साथ संयुक्त होते हैं। अतः मैग्नीशियम की संयोजकता 1 है। सारणी 5.2 में कुछ तत्वों की संयोजकता दी गई है:

सारणी 5.2: कुछ तत्वों की संयोजकता

तत्व का नाम	*संकेत*	*संयोजकता*
हाइड्रोजन	H	1
कार्बन	C	4
ऑक्सीजन	O	2
सोडियम	Na	1
मैग्नीशियम	Mg	2
ऐलुमिनियम	Al	3
फ़ॉस्फोरस	P	3, 5
सल्फ़र	S	2, 4, 6
क्लोरीन	Cl	1
आयरन (लोहा)	Fe	2, 3
कॉपर (तांबा)	Cu	2
सिल्वर (चांदी)	Ag	1
आयोडीन	I	1
मर्क्यूरी (पारा)	Hg	2

अनेक बार विभिन्न परमाणुओं का आवेशित समूह एक इकाई की तरह कार्य करता है। इन समूहों को **मूलक** कहते हैं। उदाहरण के लिए, कार्बोनेट मूलक (CO_3^{2-}) जो कि कार्बन और ऑक्सीजन परमाणुओं का समूह होता है, रासायनिक अभिक्रियाओं में एक समूह की तरह कार्य करता है। इसी प्रकार, सल्फ़ेट (SO_4^{2-}), फ़ॉस्फेट (PO_4^{3-}), नाइट्रेट (NO_3^-), अमोनियम (NH_4^+) आदि एक इकाई की तरह कार्य करते हैं। प्रत्येक मूलक पर एक निश्चित आवेश होता है। इन समूहों पर आवेश उनकी संयोजन क्षमता या संयोजकता को दर्शाता है जैसाकि सारणी 5.3 में दिया गया है।

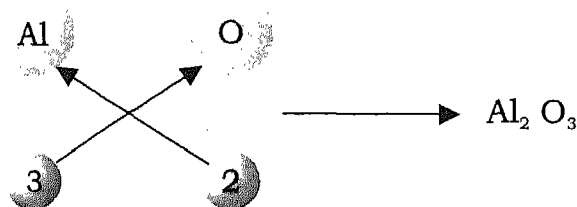
सारणी 5.3: कुछ मूलकों की संयोजकता

मूलक का नाम	*संकेतिक निरूपण*	*संयोजकता*
कार्बोनेट	CO_3^{2-}	2
सल्फ़ेट	SO_4^{2-}	2
नाइट्रेट	NO_3^-	1
फ़ॉस्फ़ेट	PO_4^{3-}	3
अमोनियम	NH_4^+	1
बाइकार्बोनेट	HCO_3^-	1

5.8 यौगिकों के सूत्र

जिस प्रकार हम रासायनिक संकेतों का उपयोग तत्वों को दर्शाने के लिए करते हैं, उसी प्रकार हम रासायनिक सूत्रों का उपयोग यौगिकों को दर्शाने के लिए करते हैं। किसी यौगिक के रासायनिक सूत्र में उस यौगिक में निश्चित अनुपात में उपस्थित तत्वों के रासायनिक संकेत होते हैं। अतः, इस सूत्र से यौगिक में उपस्थित प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या ज्ञात होती है। उदाहरण के लिए, सोडियम कार्बोनेट का सूत्र, Na_2CO_3 यह बताता है कि इसमें तीन तत्व सोडियम (Na), कार्बन (C)और ऑक्सीजन (O) होते हैं। इससे यह भी पता चलता है कि सोडियम कार्बोनेट के एक अणु में सोडियम के दो परमाणु, कार्बन का एक परमाणु और ऑक्सीजन के तीन परमाणु होते हैं। यदि हमें किसी यौगिक के घटकों और उनकी संयोजकताओं का ज्ञान हो तो हम उस यौगिक का सूत्र लिख सकते हैं। यदि तत्वों की संयोजकताएं समान हों तो यौगिक का सूत्र एक तत्व के परमाणु के संकेत के बाद दूसरे परमाणु के संकेत को लिखकर प्राप्त किया जाता है। ऐसा प्रचलन है कि पहले धातु का संकेत लिखा जाता है और फिर अधातु का। अतः, सोडियम क्लोराइड का सूत्र NaCl होगा क्योंकि Na धातु और Cl अधातु है तथा इनकी संयोजन क्षमताएँ समान हैं। इसी प्रकार, कैल्सियम ऑक्साइड का सूत्र CaO होगा क्योंकि कैल्सियम (धातु) और ऑक्सीजन (अधातु) की संयोजकता समान हैं।

जब भिन्न संयोजकताओं वाले दो तत्व आपस में संयोजित हैं, तब निम्न विधि से यौगिक का सूत्र प्राप्त किया जा सकता है। तत्वों के संकेत लिखकर उनकी संयोजकताओं को उनके नीचे लिखिए। फिर एक तत्व की संयोजकता को दूसरे तत्व के संकेत के पादांक के रूप में लिखिए और फिर दूसरे तत्व के लिए भी ऐसा ही कीजिए। उदाहरण

के लिए, आइए एलुमिनियम ऑक्साइड के सूत्र के बारे में विचार करें। ऐलुमिनियम की संयोजकता (3) ऑक्सीजन के संकेत के पादांक के रूप में लिखी जाती है जबकि ऑक्सीजन की संयोजकता (2) ऐलुमिनियम के संकेत के पादांक के रूप में लिखी जाती है। अतः ऐलुमिनियम ऑक्साइड का सूत्र Al_2O_3 प्राप्त होता है (चित्र 5.6)।

चित्र 5.6 ऐलुमिनियम ऑक्साइड का सूत्र

'मूलक' वाले यौगिकों का सूत्र लिखने के लिए मूलक को एक इकाई की तरह माना जाता है। आइए, पोटैशियम सल्फ़ेट का उदाहरण लें। पोटैशियम की संयोजकता 1 है जबकि सल्फ़ेट मूलक की संयोजकता 2 है। सल्फ़ेट मूलक की संयोजकता को संतुलित करने के लिए पोटैशियम के दो परमाणुओं की आवश्यकता होगी। अतः इसका सूत्र K_2SO_4 होगा। सारणी 5.4 में कुछ यौगिकों के सूत्र और उनके रासायनिक एवम् प्रचलित नाम दिए गए हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. CH_3COOH सूत्र से आप क्या जानकारी प्राप्त करते हैं?
2. फ़ॉस्फ़ोरस और ऑक्सीजन संयुक्त होकर फ़ॉस्फ़ोरस पेंटाक्साइड बनाते हैं। यदि फ़ॉस्फ़ोरस की संयोजकता 5 हो और ऑक्सीजन की संयोजकता 2 हो, तो इस यौगिक का सूत्र बताइए।
3. Fe_2O_3 में आयरन (लोहे) और ऑक्सीजन की संयोजन क्षमताओं के बारे में आप क्या कह सकते हैं?
4. हाइड्रोजन और कार्बन CH_4 सूत्र वाली मेथैन बनाते हैं। इस जानकारी से आप कार्बन की संयोजन क्षमता के बारे में क्या अनुमान लगा सकते हैं?

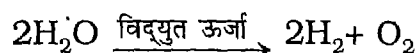
सारणी 5.4: कुछ यौगिकों के नाम एवम् सूत्र

यौगिक का नाम	*प्रचलित नाम*	घटक	सूत्र
पोटैशियम नाइट्रेट	चिली साल्ट पीटर	पोटैशियम, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन	KNO_3
सोडियम क्लोराइड	साधारण नमक	सोडियम, क्लोरीन	NaCl
लेड ऑक्साइड	रेड लेड	लेड, ऑक्सीजन	Pb_3O_4
ऐसीटिक अम्ल	सिरका	कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन	CH_3COOH
कैल्सियम कार्बोनेट	लाइमस्टोन	कैल्सियम, कार्बन और ऑक्सीजन	$CaCO_3$
सोडियम बाइकार्बोनेट	खाने का सोडा	सोडियम, कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन	$NaHCO_3$

5.9 रासायनिक अभिक्रियाएँ और समीकरण

रासायनिक अभिक्रिया वह परिवर्तन है जिसमें आरंभ में लिए गए पदार्थ (अभिकारक) नए पदार्थों जिन्हें उत्पाद कहा जाता है, में परिवर्तित हो जाते हैं। यौगिकों या तत्वों का प्रत्येक जोड़ा आपस में रासायनिक अभिक्रिया नहीं करता है। यह पदार्थ की रासायनिक अभिक्रियाशीलता पर निर्भर करता है कि उनके बीच रासायनिक अभिक्रिया होगी अथवा नहीं। उदाहरण के लिए, सोडियम एक क्रियाशील धातु है। जब इसे खुली हवा में रखा जाता है तो ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होकर सोडियम ऑक्साइड बनाता है। दूसरी ओर गोल्ड (सोना) एक उत्कृष्ट धातु है और यह वायु के साथ अभिक्रिया नहीं करता। यह वायु में लंबे समय तक अपरिवर्तित बना रहता है। कभी-कभी रासायनिक अभिक्रिया आरंभ करने के लिए विशेष परिस्थितियों की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों ही रासायनतः क्रियाशील होती हैं, परंतु जब ये दोनों गैसें किसी पात्र में घंटों इकट्ठी रखी जाती हैं, तो भी कोई अभिक्रिया नहीं होती। किंतु विद्युत् स्फुलिंग से इनके बीच संयोजन अभिक्रिया आरंभ होकर जल के अणु बनते हैं।

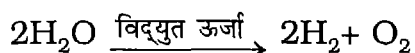
प्रत्येक रासायनिक अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण द्वारा निरूपित किया जाता है। वास्तव में, यह अभिक्रिया को रासायनिक संकेतों और सूत्रों द्वारा दर्शाने की संक्षिप्त विधि है। किसी रासायनिक समीकरण में, अभिकारक बाईं ओर लिखे जाते हैं और उत्पाद दाईं ओर। अभिकारकों के उत्पादों में रूपांतरण को एक एकल तीर (→) द्वारा दर्शाया जाता है। ऊष्मा या विद्युत् धारा जैसी विशेष परिस्थितियां, जो कि अभिक्रिया के होने के लिए आवश्यक होती हैं, तीर के ऊपर या नीचे दर्शाई जाती हैं। अतः जल का विद्युत्-अपघटन इस प्रकार निरूपित किया जाता है:

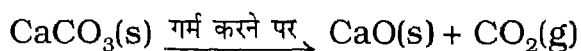
$$2H_2O \xrightarrow{\text{विद्युत ऊर्जा}} 2H_2 + O_2$$

चूंकि परमाणु की न तो रचना की जा सकती है और न ही उसे नष्ट किया जा सकता है, अतः यह आवश्यक है कि समीकरण के बाई ओर लिखे अभिकारकों के तत्वों के परमाणुओं की संख्या दाई ओर लिखे उत्पाद (उत्पादों) के तत्वों के परमाणुओं

इनके उत्तर दीजिए

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं को संतुलित समीकरणों के रूप में लिखिए:
   (क) जब मर्क्यूरी को हवा की उपस्थिति में गर्म किया जाता है तो मर्क्यूरी ऑक्साइड प्राप्त होता है।
   (ख) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विद्युत्-अपघटन से हाइड्रोजन और क्लोरीन गैसें प्राप्त होती हैं।
   (ग) बिना बुझा चूना (CaO) और जल को मिश्रित करने से बुझा चूना [$Ca(OH)_2$] और ऊष्मा प्राप्त होते हैं।
   (घ) सल्फ्यूरिक अम्ल और सोडियम कार्बोनेट की अभिक्रिया से सोडियम सल्फेट, जल और कार्बन डाइऑक्साड प्राप्त होते हैं।
2. निम्नलिखित समीकरणों द्वारा दी गई रासायनिक अभिक्रियाओं में अभिकारकों और उत्पादों को पहचानिए:
   (क) $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
   (ख) $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
   (ग) $2Hg + O_2 \rightarrow 2H_gO$
   (घ) $NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$

की संख्या के बराबर हो। जब रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले सभी तत्वों के परमाणुओं की संख्या समीकरण के दोनों ओर समान हो तो समीकरण **संतुलित रासायनिक समीकरण** कहलाता है। अत: जल के विद्युत्-अपघटन का संतुलित समीकरण इस प्रकार होगा:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{विद्युत ऊर्जा}} 2H_2 + O_2$$

अभिकारकों और उत्पादों की भौतिकी अवस्थाओं को g, l और s संकेतों से निरूपित किया जाता है जो क्रमश: गैस, द्रव और ठोस अवस्थाओं को दर्शाते हैं। उदाहरण के लिए, कैल्सियम क्लोराइड का अपघटन इस प्रकार निरूपित किया जाता है:

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{गर्म करने पर}} CaO(s) + CO_2(g)$$

प्रमुख शब्द

परमाणु, अणु, परमाणु के घटक, मूल कण, इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन, नाभिक, परमाणु संख्या, परमाणु द्रव्यमान, समस्थानिक, आयन, संयोजकता, मूलक, यौगिक का सूत्र, रासायनिक अभिक्रिया, रासायनिक समीकरण, संतुलित रासायनिक समीकरण।

सारांश

- परमाणु द्रव्य के मूल खंड हैं।
- परमाणु के मॉडल के विकास में अनेक वैज्ञानिकों ने योगदान दिया।
- प्रायोगिक परिणामों की व्याख्या करने के लिए डॉल्टन ने परमाणु की अवधारणा प्रस्तावित की। उन्होंने यह माना कि परमाणु सूक्ष्म अविभाज्य कण होते हैं।
- परमाणु अवपरमाणुक इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन से बना होता है।
- किसी परमाणु का लगभग सारा द्रव्यमान उसके केंद्र, जिसे नाभिक कहते हैं, में केन्द्रित होता है।
- किसी परमाणु से इलेक्ट्रॉनों के निकलने अथवा ग्रहण करने पर आयन बनते हैं।
- परमाणु संख्या किसी तत्व की अभिलाक्षणिक होती है। इससे तत्व के परमाणु में प्रोटॉनों की संख्या का ज्ञान होता है जो कि उस तत्व के परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर भी होती है (अर्थात् $Z = p$)।
- किसी तत्व के परमाणु में प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की कुल संख्या से उस तत्व की द्रव्यमान संख्या का ज्ञान होता है अर्थात् द्रव्यमान संख्या, $A = n + p$।

- किसी तत्व के समान परमाणु संख्या किंतु भिन्न द्रव्यमान संख्या वाले परमाणुओं को समस्थानिक कहते हैं।
- प्रत्येक तत्व की सामान्यतया एक विशिष्ट संयोजन क्षमता होती है जिसे संयोजकता कहते हैं।
- किसी यौगिक का सूत्र उसमें उपस्थित तत्वों की संयोजकता का उपयोग करके प्राप्त किया जा सकता है।
- रासायनिक समीकरण रासायनिक अभिक्रिया का सांकेतिक निरूपण है।

अभ्यास

1. निम्नलिखित पदों की परिभाषा दीजिए:

   (i) परमाणु (ii) अणु (iii) समस्थानिक (iv) परमाणु संख्या (v) द्रव्यमान संख्या (vi) अभिकारक (vii) उत्पाद

2. बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य:

   (i) परमाणु एक अविभाज्य कण होता है।

   (ii) न्यूटॉन पर धन आवेश होता है।

   (iii) किसी परमाणु के नाभिक में उसका द्रव्यमान होता है।

   (iv) इलेक्ट्रॉन की हानि से धन आवेशित आयन प्राप्त होता है।

   (v) हाइड्रोजन के सभी परमाणुओं की समान परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या होती है।

   (vi) आयरन (लोहे) की संयोजन क्षमता 3 होती है।

3. डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत के मुख्य बिंदु क्या हैं?

4. डॉल्टन, टॉमसन और रदरफोर्ड के परमाणु मॉडलों की तुलना कीजिए।

5. रदरफोर्ड के ऐल्फ़ा प्रकीर्णन प्रयोग का संक्षेप में वर्णन कीजिए। इस प्रयोग से क्या निष्कर्ष निकलते हैं?

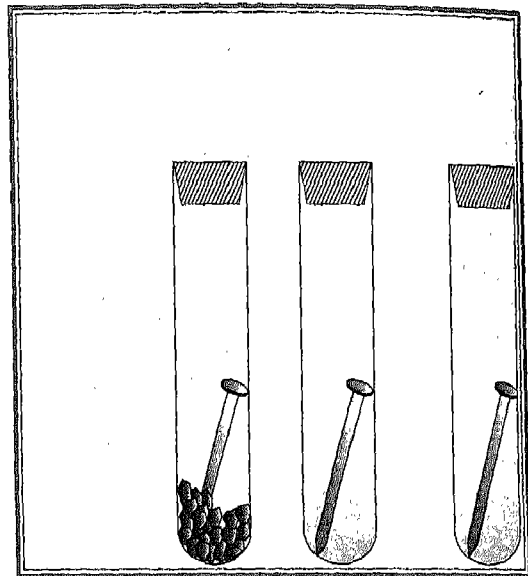
6. नाइट्रोजन, ऑक्सीजन के साथ तीन भिन्न यौगिक, N_2O, NO और NO_2 बनाती है। ऑक्सीजन की संयोजकता 2 मानते हुए इन यौगिकों में नाइट्रोजन की संयोजकता की गणना कीजिए।

7. उपस्थित घटकों की संयोजन क्षमताओं का उपयोग करके निम्नलिखित यौगिकों के रासायनिक सूत्र बनाइए:

   (i) सिल्वर क्लोराइड (ii) सोडियम सल्फेट (iii) मैग्नीशियम नाइट्रेट (iv) अमोनियम बाइकार्बोनेट (v) हाइड्रोजन सल्फाइड।

8. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए:
   (i) कार्बन डाइऑक्साइड में मैग्नीशियम का तार जलाने से मैग्नीशियम ऑक्साइड और कार्बन प्राप्त होते हैं।
   (ii) आयरन (लोहे) की कील पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से हाइड्रोजन गैस और आयरन क्लोराइड प्राप्त होता है।
   (iii) चूने के पानी में कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर कैल्सियम कार्बोनेट का अवक्षेप प्राप्त होता है।
   (iv) फ़ेरस सल्फ़ेट को तेज गर्म करने पर फ़ेरिक ऑक्साइड, सल्फ़र डाइऑक्साइड और सल्फ़र ट्राइऑक्साइड प्राप्त होते हैं।
   (v) अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH) और सल्फ़्यूरिक अम्ल के बीच अभिक्रिया से अमोनियम सल्फ़ेट और जल प्राप्त होते हैं।
9. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए:
   (i) परमाणु के घटक
   (ii) परमाणु के नाभिक
   (iii) हाइड्रोजन के समस्थानिक
   (iv) आयनों का बनना
   (v) तत्वों की संयोजन क्षमता
   (vi) रासायनिक समीकरण।
10. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों से आपको क्या जानकारी प्राप्त होती है?
   (i) $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$
   (ii) $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$
   (iii) $NH_4OH + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

अध्याय 6

धातुएँ और अधातुएँ

आप जानते हैं कि प्रत्येक तत्व कुछ निश्चित गुणधर्म प्रदर्शित करता है। विभिन्न तत्वों के गुणधर्मों में कुछ भिन्नताएं और कुछ समानताएँ होती हैं। तत्वों के गुणधर्मों में भिन्नताओं और समानताओं के आधार पर उन्हें विभिन्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है। इनमें से सबसे अधिक उपयोगी वर्गीकरण उन्हें **धातुओं** और **अधातुओं** के रूप में वर्गीकृत करना है।

धातुओं के कुछ विशेष गुणधर्म होते हैं। दूसरी ओर अधातुओं के गुणधर्म धातुओं के विपरीत होते हैं। इन दोनों वर्गों के तत्वों का हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं। वे हमारी आवश्यकताओं की पूर्ति करते हैं। इस अध्याय में हम धातुओं और अधातुओं के सामान्य अभिलक्षणों और उनके विभिन्न उपयोगों के बारे में पढ़ेंगे।

6.1 धातुओं और अधातुओं के अभिलक्षण

आइए, अब सल्फ़र, आयोडीन और ब्रोमीन के गुणधर्मों पर विचार करें। हम पाते हैं कि इन सभी तत्वों के अनेक गुणधर्म समान हैं। कक्ष ताप पर ब्रोमीन एक द्रव है जबकि सल्फर और आयोडीन मृदु ठोस होते हैं — ये निम्न ताप पर पिघलते हैं, इन्हें पीटकर आसानी से तोड़ा जा सकता है और ये ऊष्मा तथा विद्युत के कुचालक होते हैं। किसी दृढ़ सतह पर टकराने से यह ठनठनाहट की ध्वनि पैदा नहीं करते हैं।

क्रियाकलाप 1

आयरन (लोहा), कॉपर (तांबा), सल्फ़र, ऐलुमिनियम, आयोडीन, जिंक और ब्रोमीन के प्रतिदर्श इकट्ठे कीजिए। उनके अभिलक्षणिक गुणधर्म देखिए। आयरन, कॉपर, ऐलुमिनियम और जिंक के कई गुणधर्म एक समान होते हैं। इनको काटना कठिन है, ये उच्च ताप पर पिघलते हैं, इनकी चादरें बनाई जा सकती हैं, इनके तार बनाए जा सकते हैं और ये ऊष्मा तथा विद्युत् के सुचालक होते हैं। जब ये किसी कठोर सतह से टकराते हैं तो ठनठनाहट की ध्वनि होती है।

आयरन, कॉपर, ऐलुमिनियम और जिंक जैसे तत्वों को **धातु** कहते हैं। प्रकृति में पाए जाने वाले 92 तत्वों में से लगभग 70 धातु हैं। धातुओं के अन्य उदाहरण हैं— गोल्ड (सोना), सिल्वर (चाँदी), सोडियम, टंग्स्टेन, कैडमियम, निकेल, यूरेनियम।

इसके विपरीत सल्फ़र, आयोडीन ब्रोमीन जैसे तत्वों को 'अधातु' कहा जाता है। प्रकृति में पाए जाने वाले 92 तत्वों में से लगभग 20 अधातु हैं। अधातुओं के अन्य उदाहरण हैं – क्लोरीन, हीलियम, ऑक्सीजन, कार्बन और फ्लुओरीन।

इनके उत्तर दीजिए

उचित शब्दों द्वारा रिक्त स्थानों को भरिए:

1. धातुओं की संख्या अधातुओं से बहुत ——— होती है।
2. ——— ऊष्मा और विद्युत् के सुचालक होते हैं।
3. ———, ——— और ——— धातुओं के उदाहरण हैं।
4. ———, ——— और ——— अधातुओं के उदाहरण हैं।

6.2 प्राप्ति

प्रकृति में केवल कुछ ही धातुएं मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं। उदाहरण के लिए गोल्ड (सोना), सिल्वर (चांदी), कॉपर (ताँबे), प्लैटिनम जैसी धातुएं तत्व के रूप में पाई जाती हैं। अन्य अधिकांश धातुएं प्रकृति में यौगिकों के रूप में पाई जाती हैं। इनमें सबसे अधिक उनके ऑक्साइड के रूप में पाई जाती हैं। ऐलुमिनियम, आयरन (लोहा) और मैंगनीज जैसी अनेक धातुएँ ऑक्साइड के रूप में पाई जाती हैं। धातु यौगिकों का एक अन्य प्रकार उनके सल्फ़ाइड हैं; सल्फ़ाइड, धातु और सल्फ़र के यौगिक होते हैं।

कॉपर (ताँबा), लेड (सीसा), जिंक, ऐंटीमनी, निकेल तथा कैडमियम जैसी धातुएं सल्फ़ाइड के रूप में पाई जाती हैं। प्रकृति में सिलिकेट खनिज भी बहुलता में पाए जाते हैं। परंतु सिलिकेटों से धातुओं का निष्कर्षण कठिन होता है और इन प्रक्रमों का खर्च बहुत अधिक होता है।

प्राचीन समय से ही मानव ने अयस्कों से धातु प्राप्त करने की तकनीक विकसित कर ली थी। **अयस्क प्रकृति में पाया जाने वाला वह खनिज है जिससे एक या अधिक धातुओं को लाभदायक रूप से निष्कर्षित किया जा सकता है।** अयस्क से धातु कई क्रमिक प्रक्रमों के पश्चात् प्राप्त होती है। **अयस्क से धातु प्राप्त करने और उन्हें विभिन्न उपयोगों के लिए शुद्ध करने के विज्ञान को धातुकर्म कहा जाता है।** धातुकर्म प्रक्रमों को सुविधानुसार निम्नलिखित मुख्य प्रचालनों (चरणों) में बांटा जा सकता है।

अयस्क का सांद्रण

यह अयस्क का प्रारंभिक उपचार होता है जिसमें अशुद्धियों को अलग कर लिया जाता है और अयस्क सांद्रित हो जाता है।

धातु का शोधन

धातु को शुद्ध किया जाता है। शोधन के पश्चात् अंतिम उत्पाद को वांछनीय गुणधर्म प्रदान करने के लिए उसमें कुछ पदार्थ मिलाए जाते हैं।

कुछ अधातुएं भी मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं। हीलियम, निऑन, ऑर्गन, क्रिप्टॉन और जीनॉन,

प्राचीन काल में भारतवासियों का धातुकर्म में अभिन्न योगदान रहा है। खनन से प्राप्त लोहे की वस्तुओं से ज्ञात होता है कि भारतवासियों को लोहा प्राप्त करने की तकनीक 1400 ई.पू. में भी ज्ञात थी। दिल्ली का लोह स्तंभ लगभग 370-375 ई. के मध्य बनाया गया था। पिछली कई शताब्दियों से यह ज्यों का त्यों है। भारतीय 'वूट्ज' इस्पात अनेक देशों में तलवारें बनाने के लिए निर्यात किया जाता था। 1500 ई. तक यह अंतर्राष्ट्रीय व्यापार का आकर्षण था।

सिंधु घाटी सभ्यता के प्रारंभिक काल में कॉपर (ताँबा), उसके खनन और उपयोगों के बारे में ज्ञान था। पुरातात्त्विक अध्ययनों से राजस्थान, उत्तर प्रदेश और बिहार में कॉपर (ताँबा) की कई खानों और प्रगलन स्थलों की जानकारी प्राप्त हुई है। सन् 1864 में, सुलतानगंज के पास पांचवीं शताब्दी ई. पू. की एक बड़ी मूर्ति (2.25 m ऊँची) खोजी गई। अब यह मूर्ति बर्मिंघम (U.K.) में एक संग्रहालय में रखी हुई है।

जिंक निष्कर्षण की कठिन तकनीक भी भारतीयों द्वारा चौथी शताब्दी ई. पू. तक विकसित कर ली गई थी। पुरातत्वीय अध्ययनों से राजस्थान में जोवार में औद्योगिक स्तर पर शुद्ध जिंक प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त आसवन उपकरण भी खोजा गया है। साथ ही, भारत में अनेक स्थानों पर पुरातत्वीय खोजों से यह सिद्ध हो गया है कि मध्यकाल में भारतीयों को गोल्ड (सोना), सिल्वर (चांदी), टिन और लेड (सीसे) की धातुकर्म तकनीकों के बारे में जानकारी थी।

जैसी उत्कृष्ट गैसें अधातु होती हैं और वायु में तत्व के रूप में पाई जाती हैं। परंतु ये गैसें बहुत अल्प मात्रा में पाई जाती हैं। किंतु ये यौगिकों के रूप में भी पाई जाती हैं। इसी प्रकार, सल्फ़र भी मुक्त अवस्था तथा यौगिक दोनों रूपों में पाया जाता है। बाकी सभी अधातुएं धातुओं या अन्य अधातुओं के साथ संयुक्त रूप में पाई जाती हैं।

धातुओं की तरह अधातुएं भी, विशिष्ट उद्देश्यों के लिए उनके स्रोतों से प्राप्त की जाती हैं। नाइट्रोजन और ऑक्सीजन गैसों को द्रवित वायु के प्रभाजी आसवन से प्राप्त किया जाता है। समुद्र से प्राप्त नमक से क्लोरीन गैस का निष्कर्षण किया जाता है। सल्फ़र को इसकी खानों से, जहाँ यह मुक्त अवस्था में पाया जाता है, निकाला जाता है। इसे सल्फाइड अयस्क से भी प्राप्त किया जाता है जिसमें यह एक या अधिक धातुओं के साथ संयुक्त रूप में पाया जाता है। अधातुओं का निष्कर्षण अत्यंत महत्त्वपूर्ण है क्योंकि इससे अनेक उपयोगी रसायन प्राप्त किए जाते हैं। उदाहरण के लिए, सल्फ़र को आयरन सल्फ़ाइड और सल्फ़्यूरिक अम्ल जो महत्त्वपूर्ण औद्योगिक रसायन है, के उत्पादन के लिए उपयोग किया जाता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. उस धातु का नाम बताइए जो मुक्त अवस्था में पाई जाती है।
2. उस अधातु का नाम बताइए जो मुक्त अवस्था में पाई जाती है।
3. 'धातुकर्म' पद की व्याख्या कीजिए।
4. किसी धातु की धातुकर्म में निहित चरणों को लिखिए।

6.3 धातुओं और अधातुओं के भौतिक गुणधर्म

धातु और अधातु अपने अभिलक्षणिक गुणधर्म दर्शाते हैं। इन दोनों समूहों के तत्वों के गुणधर्मों की तुलना विभिन्न शीर्षकों के अंतर्गत की जा रही है।

भौतिक गुणधर्म

मर्क्यूरी (पारा) के अतिरिक्त सभी धातुएं सामान्य ताप पर ठोस हैं। अत: सामान्य परिस्थितियों में उनके आकार ज्यों के त्यों बने रहते हैं। धातुओं के गलनांक सामान्यत: उच्च होते हैं। उदाहरण के लिए कॉपर (तांबा) का गलनांक 1083°C है जबकि आयरन (लोहा) का गलनांक 1535°C है। इनके अतिरिक्त, धातुओं के कुछ विशिष्ट गुणधर्म होते हैं जिनकी चर्चा बाद में की गई है।

अधातुएँ सामान्य ताप पर ठोस, द्रव या गैस रूप में पाई जाती हैं। उदाहरण के लिए, सामान्य ताप पर, कार्बन और आयोडीन ठोस हैं, ब्रोमीन द्रव है जबकि नाइट्रोजन, ऑक्सीजन और हीलियम गैसें हैं। धातुओं की तुलना में अधातुओं के गलनांक और क्वथनांक निम्न होते हैं। उदाहरण के लिए, सल्फर का गलनांक 119°C है जबकि आयोडीन का गलनांक 113°C है। अधिकांश अधातुएँ सामान्य ताप पर गैस होती हैं।

चमक

यदि आप धातुओं की सतह को उन्हें काटने के तत्काल बाद देखें तो आप पाएँगे कि वह दिखने में चमकदार होती हैं। इसे **धात्विक चमक** कहते हैं। धातुओं की यह चमक उन्हें आभूषण और सजावट की वस्तुएं बनाने के लिए उपयोगी बनाती हैं।

आयोडीन को छोड़कर अन्य सभी अधातुएँ चमकदार नहीं होती। अधातुएँ रंगहीन अथवा भिन्न-भिन्न रंगों की होती हैं। उदाहरण के लिए, सल्फर का रंग पीला, क्लोरीन का पीला-हरा और फ़ॉस्फ़ोरस का रंग लाल या सफेद होता है। हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन रंगहीन होती हैं।

आघातवर्ध्यता

क्रियाकलाप 2

आयरन (लोहा), कॉपर (तांबा), जिंक और ऐलुमिनियम के छोटे-छोटे टुकड़े लीजिए। इनको एक-एक करके लोहे के एक ब्लॉक पर रखें और हथौड़े से इन पर चोट करें। आप देखेंगे कि धातु के टुकड़े कुछ बड़े हो गए हैं। अत: यह कहा जा सकता है कि धातुओं को पीटकर उनकी पतली शीट (चादरें) बनाई जा सकती हैं।

धातुओं को पीटने से उनकी चादरें बनने के इस गुणधर्म को **आघातवर्ध्यता** कहते हैं। अधातु आघातवर्ध्य नहीं होते। पीटने से अधातुओं की चादर प्राप्त नहीं हो सकती।

तन्यता

धातुओं का एक अन्य मुख्य गुणधर्म उनकी तन्यता होती है। किसी धातु का वह गुणधर्म जिसके कारण उसे तार के रूप में खींचा जा सके, **तन्यता** कहलाती है। आपने कॉपर (तांबा), ऐलुमिनियम और आयरन (लोहे) के तार देखे होंगे। हमारे घरों में विद्युत संबंधी कार्यों में तांबे की तारों का उपयोग होता है। हमारे घरों में प्रयुक्त बिजली के बल्बों में टंग्स्टेन का तंतु होता है। तारजाली को बनाने के लिए लोहे के तारों का प्रयोग होता है।

अधातुओं में तन्यता नहीं होती है। हम अधात्विक पदार्थों के तार नहीं प्राप्त कर सकते हैं।

चालकता

यदि आप किसी धातु की छड़ के एक सिरे को गर्म पानी में रखें तो देखेंगे कि थोड़े समय के पश्चात् दूसरा सिरा भी गर्म हो जाता है। ऐसा इसलिए होता है कि धातुएं ऊष्मा की सुचालक होती हैं उनमें ऊष्मा एक सिरे से दूसरे सिरे तक शीघ्र ही पहुँच जाती है। धातुएं विद्युत की भी सुचालक होती हैं। गोल्ड (सोना) विद्युत का सबसे अच्छा चालक है। उसके बाद चालकता के घटते क्रम में सिल्वर (चांदी), कॉपर (तांबा) और ऐलुमिनियम आते हैं।

अधातुएं साधारणतया ऊष्मा और विद्युत की कुचालक होती हैं। उनमें से अनेक, वास्तव में विद्युतरोधी हैं। उनमें विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती।

कठोरता

धातुएँ बहुधा कठोर होती हैं। अतः उन्हें काटना अत्यंत कठिन होता है। वे अत्यधिक प्रबल होती हैं और उनके ऊपर काफी भार रखा जा सकता है। धातुओं का यह गुणधर्म भवन-निर्माण, पुल बनाने और भारी काम करने वाली मशीनें बनाने में उपयोगी होता है।

दूसरी ओर, अधातुएँ, भंगुर होती हैं अर्थात् जब उन्हें पीटा जाता है तो वे छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाती हैं। अतः यदि आप सल्फ़र या आयोडीन को हथौड़े से पीटें तो उनका महीन चूर्ण बन जाएगा।

धातुओं और अधातुओं दोनों में ही कुछ अपवाद होते हैं। उदाहरण के लिए, गैलियम (धातु) का गलनांक इतना कम होता है कि वह हमारी हथेली पर रखने से ही पिघल जाता है। सोडियम और पोटैशियम उन धातुओं के उदाहरण हैं जो इतनी मृदु होती हैं कि उन्हें चाकू से आसानी से काटा जा सकता है जबकि हीरा (कार्बन का एक रूप जो अधातु है) हमें ज्ञात प्राकृतिक पदार्थों में सबसे कठोर है। ग्रेफ़ाइट (कार्बन का दूसरा रूप) विद्युत का सुचालक होता है।

कोई तत्व धातु है या अधातु, इसकी पहचान उसके गुणधर्मों की सूची बनाकर तथा इनकी तुलना धातुओं और अधातुओं के सामान्य गुणधर्मों के साथ करके की जा सकती है। ऐसा करने पर हम पाते हैं कि कुछ तत्व न तो पूर्णतः धातुओं के समान होते हैं और न पूर्णतः अधातुओं के समान। उन्हें **उपधातुओं** के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। इस श्रेणी में सिलिकन, जर्मेनियम और कुछ अन्य तत्व आते हैं। इन उपधातुओं के बारे में आप अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।

इनके उत्तर दीजिए

1. धातुएं, अधातुओं से (कठोर/मृदु) होती हैं।
2. अधिकांश अधातुएं ऊष्मा की (कुचालक/सुचालक) होती हैं।
3. धातुओं का वह गुणधर्म जिसके कारण उन्हें पतली चादरों में पीटा जा सकता है, (तन्यता/आघातवर्ध्यता) कहलाता है।
4. अधिकांश अधातुओं के गलनांक धातुओं से (उच्च/निम्न) होते हैं।
5. (धातु/अधातु) चमकदार होती है।

6.4 धातुओं और अधातुओं के रासायनिक गुणधर्म

भौतिक गुणधर्मों की तरह, धातुओं और अधातुओं के रासायनिक गुणधर्म भी विपरीत होते हैं। आइए,

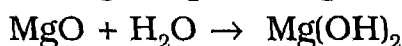
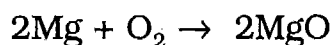
अब कुछ क्रियाकलाप करके धातुओं और अधातुओं के रासायनिक व्यवहार का अध्ययन करें।

ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया

क्रियाकलाप 3

साफ किए हुए मैग्नीशियम रिबन के एक टुकड़े को टांग्स की सहायता से पकड़िए, और फिर उसे बर्नर की ज्वाला पर गर्म करिए। आप क्या देखते हैं? मैग्नीशियम रिबन तेज रोशनी के साथ जलता है और एक सफेद चूर्णीय अवशिष्ट में परिवर्तित हो जाता है। मैग्नीशियम रिबन के जलने के बाद प्राप्त अवशिष्ट को बीकर या काँच के गिलास में डालिए। इसमें थोड़ा जल मिलाइए और मिश्रण को हिलाइए।

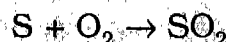
इसमें निम्नलिखित अभिक्रियाएं होती हैं:

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$
$$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$$

अब लाल और नीले लिटमस कागज को क्रमशः इस विलयन में डालिए। आप देखेंगे कि नीला लिटमस कागज अप्रभावित रहता है जबकि लाल लिटमस कागज नीला हो जाता है। इससे यह संकेत मिलता है कि विलयन क्षारीय है।

मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड, $Mg(OH)_2$ जो कि एक क्षार है, लाल लिटमस को नीला कर देता है। सामान्यत: धातुएँ ऑक्सीजन के साथ संयोग करके ऑक्साइड बनाती हैं। इन ऑक्साइडों का जलीय विलयन प्रकृति में क्षारीय होता है।

क्रियाकलाप 4

उद्दहन चम्मच में चूर्णित सल्फ़र की थोड़ी सी मात्रा लीजिए और उसे गर्म कीजिए। सल्फ़र पहले पिघलता है और फिर जलना शुरू हो जाता है। जैसे ही सल्फ़र जलना आरंभ करता है, चम्मच को काँच के गिलास में डाल दीजिए और इसे ढक दीजिए ताकि बनने वाली गैस बाहर न निकल पाए। कुछ देर बाद चम्मच को निकाल लीजिए और गिलास में जल की थोड़ी सी मात्रा डाल दीजिए। गिलास को हिलाइए। अब विलयन में क्रमशः नीले और लाल लिटमस कागज का एक-एक टुकड़ा डालिए। आप देखेंगे कि लाल लिटमस कागज अप्रभावित रहता है जबकि नीला लिटमस कागज लाल हो जाता है। यह परिवर्तन दर्शाता है कि गिलास के विलयन की प्रकृति अम्लीय है। रासायनिक अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिखाया जा सकता है:

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$
$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

सल्फ़र जो कि एक अधातु है, अम्लीय ऑक्साइड (SO_3) बनाता है। यह जल के साथ अभिक्रिया कर सल्फ़्यूरस अम्ल (H_2SO_3) बनाता है। सल्फ़्यूरस अम्ल नीले लिटमस को लाल कर देता है।

इस प्रकार के प्रयोग अन्य धातुओं और अधातुओं के साथ करने पर यह पाया गया है कि जब धातु जलकर ऑक्सीजन के साथ संयोग करती

पाँच मुख्य प्राथमिक वायु प्रदूषकों में से तीन अधात्विक ऑक्साइड होते हैं। ये हैं - कार्बन मोनोक्साइड, नाइट्रोजन के ऑक्साइड और सल्फ़र के ऑक्साइड। वायुमंडल में कार्बन मोनोक्साइड जंगलों में आग लगने, ज्वालामुखी फटने जैसी प्राकृतिक प्रक्रमों से उत्पन्न होती है। परंतु 90% कार्बन मोनोक्साइड मनुष्यों द्वारा जीवाश्म ईंधनों के दहन से उत्पन्न होती है। आंतरिक दहन ईंजन में कार्बन मोनोक्साइड की अत्यधिक मात्रा उत्पन्न होती है। भीड़-भाड़ वाली सड़कों पर इस गैस की मात्रा औसत वायुमंडलीय सांद्रता की तुलना में अत्यधिक होती है। कार्बन मोनोक्साइड मनुष्यों के लिए जहरीली होती है। यह ऑक्सीजन की तुलना में हीमोग्लोबिन से आसानी से आबंधित होती है और ऑक्सीजन के फेफड़ों से शरीर के अन्य सभी भागों में वहन को रोकती है। इस स्थिति में कभी-कभी मृत्यु भी हो सकती है।

नाइट्रोजन के ऑक्साइड विशेषकर नाइट्रिक ऑक्साइड और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड आंतरिक दहन ईंजनों में जीवाश्म ईंधनों के दहन, विशेषत: उच्च ताप पर, के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं। वायुमंडल में पाए जाने वाले कुल नाइट्रोजन ऑक्साइडों का 99% मानवजनित स्रोतों से उत्पन्न होता है। ये ऑक्साइड आँखों, गले और फेफड़ों में जलन पैदा करते हैं क्योंकि वे नमी (जल) के साथ मिलकर नाइट्रिक अम्ल बनाते हैं।

सल्फ़र यौगिक की उपस्थिति वाले पेट्रोलियम उत्पादों के दहन से सल्फर के ऑक्साइड बनते हैं। वायुमंडल में पाए जाने वाले सल्फ़र के ऑक्साइडों का केवल 2% प्राकृतिक स्रोतों से आता है। ये ऑक्साइड उन अनेक घातक कोहरों के मुख्य घटक होते हैं जो कि शहरों में बड़ी औद्योगिक इकाइयों में कोयले के दहन से उत्पन्न होते हैं। पानी के संपर्क में आने पर सल्फ़र के ऑक्साइड सल्फ्यूरस और सल्फ़्यूरिक अम्ल बनाते हैं और श्वसन संबंधी अनेक कठिनाइयाँ उत्पन्न करते हैं।

है तो धात्विक ऑक्साइड बनते हैं जिनकी प्रकृति क्षारीय होती है। अधातुएं भी ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करके ऑक्साइड बनाती हैं परंतु ये ऑक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं। इस गुणधर्म का उपयोग यह पहचानने के लिए किया जा सकता है कि कोई दिया हुआ तत्व धात्विक है अथवा अधात्विक।

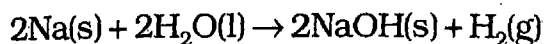
जल के साथ अभिक्रिया

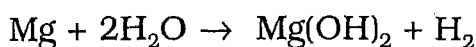
भिन्न-भिन्न धातुओं की जल के साथ अभिक्रियाएं भिन्न प्रकार से होती हैं। सोडियम जल के साथ अत्यधिक तीव्रता से अभिक्रिया करता है। इसे निम्नलिखित क्रियाकलाप से देखा जा सकता है।

क्रियाकलाप 5

काँच के एक टब को पानी से भर लीजिए अब सावधानी से सोडियम धातु के एक छोटे टुकड़े को काट लीजिए। इस टुकड़े को फ़िल्टर पेपर की सहायता से सुखा लीजिए और फिर टब में डाल दीजिए। आप देखेंगे कि टब में डालते ही सोडियम धातु का टुकड़ा सरर् की ध्वनि के साथ पानी में तेजी से घूमना शुरू कर देता है। शीघ्र ही उसमें आग लग जाती है। सोडियम और पानी के बीच अभिक्रिया से हाइड्रोजन गैस उत्पन्न होती है। इस अभिक्रिया में अत्यधिक ऊष्मा

उत्पन्न होती है जिसके फलस्वरूप, हाइड्रोजन और धातु जल उठती है। सोडियम और जल के बीच अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(s) + H_2(g)$$

मैग्नीशियम ठंडे जल के साथ मंद अभिक्रिया करता है परंतु गर्म जल या जलवाष्प के साथ यह तेजी से अभिक्रिया करता है और मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड तथा हाइड्रोजन बनाता है।

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$$

जिंक और आयरन की जल वाष्प के साथ अभिक्रिया बहुत मंद होती है परंतु कॉपर (ताँबा), सिल्वर (चाँदी) और निकेल जल के साथ अभिक्रिया नहीं करते।

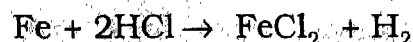
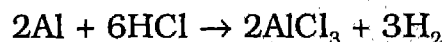
अधातुएं जल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं। वास्तव में, कुछ क्रियाशील अधातुओं को पानी में भंडारित किया जाता है ताकि वे हवा के प्रभाव से सुरक्षित रह सकें। उदाहरण के लिए, फॉस्फोरस एक अत्यधिक क्रियाशील तत्व है। यदि इसको वायु में खुला रखा जाए तो यह जल उठता है और वायु की ऑक्सीजन के साथ संयुक्त हो जाता है। फॉस्फोरस को वायुमंडलीय ऑक्सीजन से सुरक्षित रखने के लिए पानी में रखा जाता है।

अम्लों के साथ अभिक्रिया

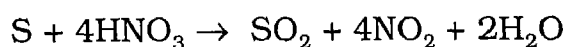
क्रियाकलाप 6

ऐलुमिनियम, कॉपर (ताँबा) और आयरन (लोहा) के कुछ छोटे टुकड़े इकट्ठे कीजिए। प्रत्येक धातु के टुकड़े को एक अलग परखनली में रखिए और उसमें लगभग 10 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। यदि कोई अभिक्रिया नहीं होती है तो परखनली को धीरे-धीरे गर्म कीजिए। परखनली का मुँह आपके चेहरे से दूर एवम् विपरीत दिशा में होना चाहिए। परखनली को ध्यानपूर्वक देखिए। प्रत्येक परखनली में से निकलने वाली गैस का उसके मुँह के निकट एक जलती हुई अगरबत्ती लाकर परीक्षण कीजिए। आप देखेंगे कि कॉपर (तांबा) वाली परखनली के अतिरिक्त, अन्य सभी परखनलियों से निकलने वाली गैस 'पॉप' की ध्वनि के साथ जलती है जिससे यह ज्ञात होता है कि निकलने वाली गैस हाइड्रोजन है। ऐलुमिनियम और आयरन (लोहा) की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रियाओं को निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों द्वारा दर्शाया जा सकता है।

$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

आपने ध्यान दिया होगा कि कॉपर (तांबा) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ गर्म करने पर भी अभिक्रिया नहीं करता। परंतु यह सल्फ्यूरिक अम्ल और नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करता है। आप इन अभिक्रियाओं के बारे में विस्तार से अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।

अधिकांश अधातुएँ अम्लों के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं। परंतु सल्फर गर्म सांद्र नाइट्रिक अम्ल से अभिक्रिया करके सल्फ़र डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन डाइऑक्साइड और जल बनाता है, जैसाकि निम्नलिखित रासायनिक समीकरण में दिखाया गया है:

$$S + 4HNO_3 \rightarrow SO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$

अब तक हमने अम्लों के साथ धातुओं की जिन अभिक्रियाओं को पढ़ा उनके दैनिक जीवन में महत्त्वपूर्ण अनुप्रयोग हैं। हम धातुओं से निर्मित बर्तनों का घरों में उपयोग करते हैं। जब इन बर्तनों में ऐसे भोज्य पदार्थ रखे जाते हैं जिनमें अम्ल उपस्थित हों, जैसे विशेष रूप से अचार, दही और सिट्रस फल, तब इन पदार्थों में उपस्थित अम्ल और बर्तन की धातु के बीच अभिक्रिया होती है। कभी-कभी इन अभिक्रियाओं के कारण विषैले पदार्थ बन जाते हैं। आयरन (लोहा), ऐलुमिनियम और कॉपर (तांबा) के पात्र अम्लों से अभिक्रिया करते हैं। अत: यह सलाह दी जाती है कि अम्लीय घटकों वाले खाद्य पदार्थों को इन धातुओं से बने पात्रों में नहीं रखना चाहिए।

इनके उत्तर दीजिए

निम्नलिखित अभिक्रियाओं में बनने वाले उत्पादों के नाम दीजिए:

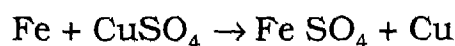
1. मैग्नीशियम ऑक्साइड का जल में घुलना।
2. सल्फ़र का हवा में जलना।
3. सोडियम और जल के बीच अभिक्रिया।
4. ऐलुमिनियम और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के बीच अभिक्रिया।
5. सल्फ़र और गर्म सांद्र नाइट्रिक अम्ल के बीच अभिक्रिया।

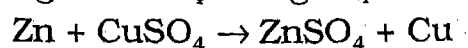
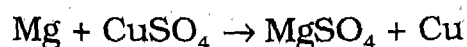
6.5 धातु का धातु द्वारा विस्थापन

अध्याय 4 में हमने विस्थापन अभिक्रियाओं के बारे में पढ़ा है। हमने देखा था कि धातुएँ, अम्लों से हाइड्रोजन को विस्थापित करती हैं। धातुएँ अन्य धातुओं को भी विस्थापित कर सकती हैं जैसाकि निम्नलिखित क्रियाकलाप द्वारा देखा जा सकता है।

क्रियाकलाप 7

100 mL वाले बीकर में 50 mL पानी लीजिए और उसमें 5 g कॉपर सल्फेट घोलिए। इस विलयन में कुछ स्वच्छ लोहे की कीलें डाल दीजिए और बीकर को कुछ देर तक बिना हिलाए रख दीजिए। आप देखेंगे कि विलयन का नीला रंग फीका पड़ने लगा है। साथ ही लोहे की कीलों की सतह पर लाल-भूरे तांबे (कॉपर) की चमकदार परत चढ़ गई है। यह परिवर्तन लोहे द्वारा कॉपर सल्फ़ेट विलयन से कॉपर (ताँबा) के विस्थापन के फलस्वरूप होता है। कॉपर सल्फेट यौगिक से विस्थापित हुआ कॉपर लोहे की कीलों पर जम जाता है। इस विस्थापन प्रक्रम के रासायनिक समीकरण को इस प्रकार दिखाया जा सकता है:

$$Fe + CuSO_4 \rightarrow Fe\ SO_4 + Cu$$

यदि हम मैग्नीशियम और जिंक की पत्तियों के साथ यही प्रयोग दोहराएँ तो भी इसी प्रकार की अभिक्रिया दिखाई देगी। प्रत्येक स्थिति में, आप देखेंगे कि कॉपर (तांबा) की लाल-भूरी परत मैग्नीशियम या जिंक धातु की पत्ती पर चढ़ जाती है। इसका अर्थ है कि आयरन (लोहा) की तरह मैग्नीशियम और जिंक भी कॉपर सल्फ़ेट विलयन से कॉपर विस्थापित कर देते हैं क्योंकि आयरन (लोहा), मैग्नीशियम और जिंक तीनों ही धातुएँ कॉपर (ताँबा) से अधिक अभिक्रियाशील हैं।

$$Mg + CuSO_4 \rightarrow MgSO_4 + Cu$$
$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$$

अतः, कोई अधिक क्रियाशील धातु कम क्रियाशील धातु को उसके यौगिक के जलीय विलयन से विस्थापित कर देती है। इन प्रयोगों के आधार पर हम धातुओं को उनकी क्रियाशीलता के घटते क्रम में निम्नानुसार सूचीबद्ध कर सकते हैं:

पोटैशियम, सोडियम, मैग्नीशियम, ऐलुमिनियम, जिंक, आयरन, लेड, कॉपर, सिल्वर (चाँदी), गोल्ड (सोना)। इस सूची को धातुओं का **सक्रियता क्रम** कहा जाता है।

इस श्रेणी से हम यह देख सकते हैं कि गोल्ड (सोना) सबसे कम क्रियाशील धातु है, जबकि पोटैशियम सबसे अधिक क्रियाशील। इसलिए, पोटैशियम को किरोसिन में रखा ज़ाता है, जबकि गोल्ड को वायु में खुला रखने पर भी वह प्रभावित नहीं होता है। जो धातु जितनी अधिक क्रियाशील होगी, उतनी ही अधिक उसकी यौगिक बनाने की प्रवृत्ति होगी । अतः क्रियाशील धातुएं अधिकांशतः यौगिकों के रूप में पाई जाती हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. निम्नलिखित धातुओं को उनकी रासायनिक सक्रियता के घटते क्रम में व्यवस्थित कीजिए: मैग्नीशियम, पोटैशियम, आयरन (लोहा), गोल्ड (सोना)।
2. कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में जिंक की पत्ती डालने पर क्या होगा?
3. क्या कॉपर, आयरन सल्फ़ेट विलयन से आयरन को विस्थापित कर सकता है? कारण बताइए।

6.6 उत्कृष्ट धातुएँ

आप जानते हैं कि गोल्ड (सोना) सबसे कम क्रियाशील धातु है। यह वायु, जल तथा अम्लीय और क्षारीय पदार्थों द्वारा प्रभावित नहीं होता। अतः प्रकृति में गोल्ड के शुद्ध अवस्था में उपलब्ध होने की अत्यधिक संभावना है। वास्तव में, पृथ्वी की सतह के अंदर गोल्ड (सोना) के टुकड़े पाए जाते हैं। इसी प्रकार के गुणधर्म चांदी और प्लैटिनम में भी होते हैं। गोल्ड (सोना), सिल्वर और प्लैटिनम को **उत्कृष्ट धातुएँ** कहा जाता है। उत्कृष्ट धातुओं की एक विशेषता यह है कि इनकी धात्विक चमक लंबे समय तक बनी रहती है।

सिल्वर (चांदी) और कॉपर (तांबा) जैसी धातुएँ मिलाने से सोना कठोर हो जाता है और उससे आभूषण बनाए जा सकते हैं। आभूषण का मूल्य उसमें उपस्थित सोने की मात्रा पर निर्भर करता है। सोने की मात्रा कैरट के रूप में व्यक्त की जाती है। यह मिश्र धातु के भार की दृष्टि से 24 भागों में सोने के भाग को व्यक्त करता है। अतः शुद्ध सोना 24 कैरट का होता है। जैसे-जैसे सोने में मिलाई गई धातु की मात्रा बढ़ती है, सोने का कैरट मान वैसे-वैसे घटता जाता है।

चांदी एक चमकदार धातु है जो मृदु और आघातवर्ध्य है। इसे आसानी से अनेक आकारों में ढाला जा सकता है। अतः इसका उपयोग धातुओं पर चांदी की परत चढ़ाने के लिए किया जाता है। प्रकाश को परावर्तित करने की इसकी अत्यधिक क्षमता है। अतः इस गुणधर्म का उपयोग उच्च कोटि के दर्पण बनाने के लिए किया जाता है। यह वायुमंडलीय गैसों से प्रभावित नहीं होता किंतु सल्फ़र के यौगिक इसकी सतह पर सिल्वर सल्फ़ाइड (काला) की परत बनाकर इसकी चमक को लुप्त कर देते हैं। आभूषण और बर्तन बनाते समय मृदु चांदी को कठोर बनाने के लिए इसमें थोड़ा कॉपर (तांबा) मिलाया जाता है। स्टर्लिंग सिल्वर में 7.5 प्रतिशत कॉपर (तांबा) मिला होता है।

गोल्ड (सोना) का उपयोग आभूषण बनाने के लिए किया जाता है। इसके महत्त्व और मूल्य के कारण यह एक बहुमूल्य धातु है। शुद्ध रूप में, यह मृदु, अत्यंत तन्य और आघातवर्ध्य होता है। इसके पतले तार बनाए जा सकते हैं और इसे पीटकर 0.0002 mm पतली पत्तियाँ बनाई जा सकती हैं। यद्यपि यह आम रसायनों और अभिकर्मकों द्वारा प्रभावित नहीं होता परंतु क्लोरीन गैस से प्रभावित होता है। यह ऐक्वा रेजिया (सांद्र नाइट्रिक और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का आयतन की दृष्टि से 1:3 मिश्रण) में घुल जाता है।

प्लैटिनम भी उत्कृष्ट धातुओं के वर्ग का एक सदस्य है। इसे मुख्यतः आभूषण बनाने के लिए उपयोग में लाया जाता है क्योंकि यह वायुमंडल से प्रभावित नहीं होता और इससे आसानी से काम किया जा सकता है। कभी-कभी इसे उन विद्युत उपकरणों में उपयोग किया जाता है जिनमें अतिउत्तम चालकता की आवश्यकता होती है। यह बहुत अधिक महंगी धातु है। द्रव्यमान और भार के अंतर्राष्ट्रीय मानक प्लैटिनम-इरीडियम मिश्रधातु के बने होते हैं। वाहनों में भी प्लैटिनम प्लग उपयोग में लाए जाते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

कोष्ठक में से उचित शब्द चुनकर वाक्यों को पूरा कीजिए:

1. (प्लैटिनम/आयरन) उत्कृष्ट धातुओं के वर्ग का एक सदस्य है।
2. शुद्ध गोल्ड (24/100) कैरट का होता है।
3. भार के अंतर्राष्ट्रीय मानक (सोने-चांदी/प्लैटिनम-इरीडियम) मिश्रधातु के बने होते हैं।
4. गोल्ड (ऐक्वा रेजिया/सिल्वर नाइट्रेट के जलीय विलयन) में घुलता है।
5. वायु में सिल्वर की चमक (नाइट्रोजन ऑक्साइड/हाइड्रोजन सल्फ़ाइड) के कारण कम हो जाती है।

प्राचीन काल में मानव के पास धातुएँ सबसे अमूल्य पदार्थ थे। धातुएँ खराब भी नहीं होती थीं और उनके छोटे टुकड़ों को लाना-ले जाना आसान था। अतः मानव ने इसे मुद्रा के रूप में उपयोग करना आरंभ कर दिया। पहले वे किसी भी धातु के टुकड़े का उपयोग करते थे। प्रत्येक टुकड़े का मूल्य धातु के भार के अनुसार होता था। बड़े टुकड़े का मूल्य छोटे टुकड़े से अधिक होता था। विभिन्न धातुओं का मूल्य उनकी उपलब्धता के अनुसार होता था। सोने के टुकड़े का मूल्य तांबे के टुकड़े से अधिक होता था।

लगभग 3500 वर्ष पूर्व मिस्त्रवासियों ने एक नया तरीका निकाला। उन्होंने धातु के टुकड़ों के ऊपर उसका द्रव्यमान अंकित करना आरंभ कर दिया ताकि उस टुकड़े का मूल्य पता चल जाए। इस प्रकार ये टुकड़े सिक्के कहलाने लगे। पहले कोई भी व्यक्ति सिक्के बना सकता था। बाद में शासकों ने यह काम अपने हाथ में ले लिया। मध्य-पूर्व में सबसे पहले शासकीय सिक्के करीब 3000 वर्ष पहले बनाए गए। यह आधुनिक वित्त के जटिल नियमों की ओर पहला कदम था।

धातुओं का अब भी सिक्के बनाने में उपयोग होता है। पिछली शताब्दी के प्रारंभ तक इंग्लैंड में स्टर्लिंग सिल्वर के सिक्के बनते थे। आजकल सिक्के बनाने के लिए तांबा, निकेल एवम् जिंक का उपयोग किया जाता है। इसलिए उन्हें मुद्रा धातु कहा जाता है। आजकल केवल एक धातु के स्थान पर धातुओं के उचित मिश्रण से प्राप्त मिश्रधातुओं से सिक्के बनाए जाते हैं।

6.7 धातुओं और अधातुओं के उपयोग

दैनिक जीवन में अनेक उद्देश्यों के लिए धातुओं का उपयोग होता है। वे प्रबल, दृढ़ और कठोर होती हैं। अतः उनका उपयोग मशीनों को बनाने के

लिए किया जाता है। वाहनों, हवाई जहाजों, रेलगाड़ियों, उपग्रहों, औद्योगिक उपकरणों आदि को बनाने में अत्यधिक मात्रा में धातुएं प्रयुक्त होती हैं। आयरन सबसे अधिक उपयोग में आने वाली धातु है। यह जहाँ एक ओर पिन, कील आदि छोटी वस्तुएँ बनाने के लिए उपयोग किया जाता है तो दूसरी ओर, भारी उपकरणों और सीमेंट के साथ मिलाकर प्रबलित कंक्रीट के रूप में भवनों के निर्माण में इसका उपयोग किया जाता है। ऐलुमिनियम भी एक अन्य अत्यधिक उपयोग में आने वाली धातु है। इसका उपयोग घरेलू वस्तुओं को बनाने के लिए किया जाता है। इसका हवाई जहाजों को बनाने के लिए भी उपयोग किया जाता है क्योंकि इसका घनत्व अन्य धातुओं की अपेक्षा कम है।

धातुएं ऊष्मा की सुचालक होती हैं। अतः उनका बर्तन और बॉयलर बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। इस कार्य के लिए आयरन, कॉपर, ऐलुमिनियम का उपयोग किया जाता है। कॉपर का सबसे महत्त्वपूर्ण उपयोग विद्युत उपकरण बनाने में किया जाता है। इसका उपयोग विद्युत तारों को बनाने के लिए भी किया जाता है। आजकल विद्युत केबल बनाने के लिए ऐलुमिनियम के तारों का भी उपयोग होने लगा है क्योंकि वे कॉपर की तुलना में सस्ते होते हैं। कंप्यूटरों और सोलर-सेलों में सूक्ष्म विद्युत संपर्क के लिए सोने और चांदी का उपयोग किया जाता है।

सोने और चांदी का उपयोग आभूषण बनाने के लिए होता है। उच्च परावर्तनशक्ति वाले दर्पण चांदी के बने होते हैं क्योंकि वह अपने ऊपर पड़ने वाले प्रकाश का लगभग 90 प्रतिशत परावर्तित कर देते हैं। इसके विपरीत, अधातुओं की सतह चमकदार नहीं होती और वे प्रकाश के अच्छे परावर्तक नहीं होते हैं।

अधिकांश धातुएं आघातवर्ध्य होती हैं। सोना और चांदी सबसे अधिक आघातवर्ध्य हैं और इसलिए

आचार्य प्रफुल्ल चंद्र रे एक संश्लेषण रसायनज्ञ थे जिन्होंने अकार्बनिक यौगिकों के क्षेत्र में कार्य किया। उन्होंने और उनके विद्यार्थियों ने कई नए यौगिकों का निर्माण किया और उनके गुणधर्मों का अध्ययन किया। प्रफुल्ल चंद्र का जन्म 2 अगस्त, 1861 को शरूली-कातीपारा में हुआ था, जो अब बांग्ला देश में है। उन्होंने कोलकाता के एक महाविद्यालय में भौतिकी और रसायन विज्ञान का अध्ययन किया। उन्हें इंग्लैंड में और आगे अध्ययन के लिए गिलक्रिस्ट छात्रवृत्ति प्रदान की गई। एडिनबरा विश्वविद्यालय से डी. एससी. प्राप्त करने के बाद सन् 1889 में वह भारत लौटे और रसायन शास्त्र के अध्यापक के रूप में प्रेसीडेंसी कॉलेज, कोलकाता में कार्य आरंभ किया। सन् 1916 में वे कलकत्ता विश्वविद्यालय के सांइस कॉलेज में प्रथम 'पालित प्रोफेसर ऑफ केमिस्ट्री' के रूप में कार्य करने लगे। सन् 1921 से 1931 तक वे महाविद्यालय के अध्यक्ष रहे। उनकी मृत्यु 26 जून, 1944 को हुई।

प्रोफेसर रे को भारत में आधुनिक रसायनशास्त्र का अग्रणी माना जाता है। उन्होंने 'इंडियन स्कूल ऑफ केमिस्ट्री' तथा 'इंडियन केमिकल सोसाइटी' की स्थापना की। उन्होंने "बंगाल केमिकल एवम् फार्मास्यूटिकल वर्क्स" की भी स्थापना की जो हमारे देश में नाइट्रिक अम्ल जैसे उपयोगी रसायनों के निर्माणकर्त्ताओं में एक है। उनकी प्राचीन भारतीय रसायनशास्त्र में अत्यधिक रुचि थी। उन्होंने इस क्षेत्र में विस्तृत अध्ययन किया और 'हिस्ट्री ऑफ हिंदू केमिस्ट्री' नामक पुस्तक लिखी।

इनकी पतली चादरें बनाई जा सकती हैं। आपने चांदी की पतली पन्नियों (जिन्हें आमतौर पर वर्क कहा जाता है) को मिठाइयों को सजाने के लिए उपयोग करते देखा होगा। ऐलुमिनियम की भी पतली चादरें बनाई जा सकती हैं। खाने की वस्तुएं, दवाइयों, चाकलेट एवम् सिगरेट की पेकिंग के लिए ऐलुमिनियम की पन्नियों का उपयोग किया जाता है।

संयुक्त (यौगिक) रूप में हम धातुओं को दैनिक जीवन में विभिन्न कार्यों में उपयोग में लाते हैं। नमक, जिसका हम प्रतिदिन उपयोग करते हैं, का एक घटक सोडियम धातु है। भोजन को स्वाद प्रदान करने के अतिरिक्त, सोडियम क्लोराइड अनेक औद्योगिक रसायनों के निर्माण के लिए प्रारंभिक (मूल) पदार्थ भी होता है। सीमेंट और काँच दो अत्यधिक उपयोगी पदार्थ हैं। सीमेंट के मुख्य घटक कैल्सियम ऑक्साइड, सिलिकन ऑक्साइड और ऐलुमिनियम ऑक्साइड होते हैं। सीमेंट में आयरन ऑक्साइड की भी अल्प मात्रा उपस्थित होती है। जब सीमेंट को पानी के साथ मिलाया जाता है, तो उसके घटक धीरे-धीरे आपस में अभिक्रिया करके कैल्सियम और ऐलुमिनियम सिलिकेटों का मिश्रण बनाते हैं जिसे कंक्रीट कहा जाता है।

धातुओं के समान ही अधातुएं भी यौगिकों के रूप में उपयोगी होती हैं। ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, क्लोरीन, सल्फर और आयोडीन कुछ अधातुएँ हैं। ऑक्सीजन जीवन के लिए आवश्यक है। यह पौधों और प्राणियों दोनों के जीवन के लिए आवश्यक है। कारखानों, घरों, हवाईजहाजों और प्रक्षेपास्त्रों में ऑक्सीजन दहन अभिक्रियाओं में सहायक होती है। नाइट्रोजन, अपने प्राकृतिक रूप में सीधे उपयोगी नहीं होती। किंतु यौगिकों के रूप में नाइट्रोजन पौधों को पोषण पदार्थ प्रदान करती है। पौधों की उचित वृद्धि के लिए, कृत्रिम उर्वरक उपयोग किए जाते हैं। इन उर्वरकों में पौधों के उपयोग के लिए नाइट्रोजन होती है। क्लोरीन में कीटाणुओं को नष्ट करने की क्षमता होती है। अतः इसका जल के शोधन के लिए उपयोग किया जाता है। सल्फ़र का मुख्य उपयोग सल्फ़्यूरिक अम्ल बनाने में होता है जो एक महत्त्वपूर्ण औद्योगिक रसायन है। यह अनेक धातुओं के सल्फेट बनाने में प्रयुक्त होता है। शरीर में चोट लगने पर संभवतः आपने टिंक्चर आयोडीन का उपयोग किया होगा। टिंक्चर आयोडीन वास्तव में आयोडीन का ऐलकोहॉल में विलयन होता है जिसके पूतिरोधी (ऐंटीसेप्टिक) गुणधर्म होते हैं। इसी प्रकार, नाइट्रिक अम्ल में हाइड्रोजन के अतिरिक्त नाइट्रोजन और ऑक्सीजन होते हैं। इसे नाइट्रेट लवण बनाने के लिए उपयोग में लाया जाता है। सिल्वर नाइट्रेट का फोटोग्राफी में उपयोग होता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. दैनिक जीवन में काम आने वाली धातुओं के विभिन्न उपयोगों की सूची बनाइए।
2. घावों को कीटाणुओं से बचाने के लिए टिंक्चर आयोडीन का उपयोग क्यों किया जाता है?
3. जल शोधन संयंत्रों में क्लोरीन का उपयोग क्यों किया जाता है?
4. हवाई जहाजों को बनाने में ऐलुमिनियम क्यों उपयोग में लाया जाता है?

6.8 सामान्य मिश्रधातु

किसी धातु को 100 प्रतिशत शुद्ध रूप में प्राप्त करना लगभग असंभव होता है। अनेक बार, शुद्ध

रूप में धातु को आवश्यक उद्‌देश्यों के लिए उपयोग में भी नहीं लाया जा सकता। धातु में अन्य धातुओं अथवा अधातुओं की उचित मात्रा मिलाकर उसमें वांछित गुणधर्म प्राप्त किए जा सकते हैं। ऐसे मिश्रण को **मिश्रातु** या **मिश्रधातु** कहते हैं। **मिश्रातु किसी धातु का किसी दूसरी धातु (धातुओं) या अधातु (अधातुओं) के साथ मिश्रण होता है।**

औद्‌योगिक रूप से लोहे के मिश्रातु सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण हैं। लोहे में कार्बन की कुछ मात्रा मिलाने से इस्पात (स्टील) प्राप्त होता है। इसका उपयोग रेल की पटरियों और पुल बनाने में होता है। रसोईघर में बर्तन के रूप में हमारे घरों में स्टेनलेस स्टील का उपयोग होता है। इसमें लोहा (80.6%), क्रोमियम (18%), निकेल (1%) और कार्बन (0.4%) होते हैं। मैंगनीज़ स्टील में 13% मैंगनीज़ होता है और इसे 1000°C तक गर्म करके और फिर एकदम पानी में डालकर ठंडा करके अत्यधिक कठोर बनाया जाता है। अच्छी गुणवत्ता वाले चुंबक एक ऐसी मिश्रातु से बनाए जाते हैं जिसमें ऐलुमिनियम, निकेल और कोबाल्ट स्टील में मिश्रित किए गए हों। इस मिश्रातु को आम तौर पर ऐलनिको (Alnico) कहते हैं। तांबा एक अन्य महत्त्वपूर्ण धातु है जिसे मिश्रातु बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। कांसा तांबे का मिश्रधातु है जिसमें 7 भाग तांबा और 1 भाग टिन होता है। कांसे को आसानी से ढाला जा सकता है और यह तांबे से अधिक कठोर होता है। तांबे का एक अन्य महत्त्वपूर्ण मिश्रातु जर्मन सिल्वर है जिसे घरेलू बर्तन बनाने में उपयोग किया जाता है। इसमें 60% तांबा, 25% जिंक और 15% निकेल होता है।

ऐसे अनेक प्रमाण उपलब्ध हैं जिनसे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि मानव ने पहले तांबा प्राप्त करना सीखा और फिर तांबा-टिन मिश्रण जिसे कांसा कहते हैं। यह कांस्य युग का प्रारंभ था। कांस्य युग के दौरान मानव ने अनेक वस्तुएँ बनाईं। उसके बाद उसने लोहे को निष्कर्षित करना सीखा। इससे लोह-युग का प्रारब्ध हुआ। आज भी हम अपनी दैनिक और औद्‌योगिक आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए लोहे को व्यापक पैमाने पर उपयोग करते हैं।

पिछले तीन दशकों में ऐलुमिनियम के मिश्रातुओं का उपयोग निरंतर बढ़ा है। ये हल्की, प्रबल और संक्षारण रोधी होती हैं। इनका उपयोग खाने के बर्तनों और वायुयानों को बनाने में किया जाता है। ये समुद्र के जल से भी प्रभावित नहीं होतीं, अतः उनका उपयोग समुद्री जहाजों को बनाने में भी किया जाता है। सारणी 6.1 में हमारे दैनिक जीवन में उपयुक्त कुछ मिश्रातुओं का संघटन दिया गया है।

इनके उत्तर दीजिए

1. स्टेनलेस स्टील के घटकों के नाम दीजिए।
2. कांस्य के घटक कौन-से हैं?
3. मिश्रातु पद की परिभाषा दीजिए।

6.9 संक्षारण

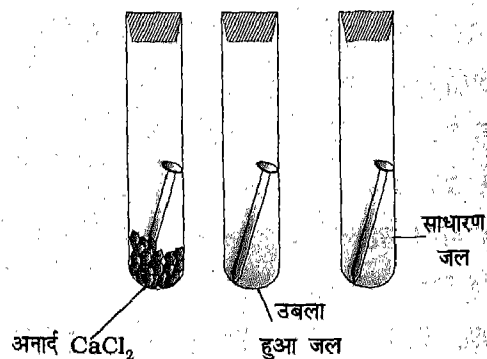
आपने देखा होगा कि लोहे की कील, पेंच, पाइप और रेलिंग यदि कुछ समय तक वायु में खुले पड़े रहें तो उन्हें जंग लग जाता है। धातु की सतह पर जंग की परत ढीली जमी होती है, अतः यह वस्तु से आसानी से अलग हो जाती है। **धातु की सतह**

सारणी 6.1: कुछ प्रचलित मिश्रातुओं का संघटन

मिश्रातु	*घटक*	*उपयोग*
इस्पात (स्टील)	लोहा और कार्बन	जहाजों, टैंकों, रेल की पटरियों, पुलों, वाहनों, मशीनों को बनाने में
स्टेनलेस स्टील	लोहा, क्रोमियम	खाने के बर्तन, छुरी-कांटे, शल्य उपकरण बनाने में
कांस्य	तांबा और टिन	मूर्तियाँ, सिक्के, मैडल, घंटियाँ, गहने बनाने में
पीतल	तांबा और जिंक	बर्तन, पेंच, नट/बोल्ट, सजावट की वस्तुएँ, संगीत के वाद्य बनाने में
ऐलनिको	लोहा, ऐलुमिनियम, निकेल और कोबाल्ट	चुंबक बनाने में
ड्यूरेलियम	ऐलुमिनियम, तांबा, मैंगनीज़ और मैग्नीशियम	वायुयान के भाग, कुकर बनाने में

पर उसका यौगिक बनकर धातु की एक-एक परत के रूप में उतरने से धातु का नष्ट होना संक्षारण कहलाता है। लोहे के संक्षारण को जंग लगना कहते हैं। धातुओं की संक्षारण द्वारा हानि से देश की अर्थव्यवस्था को बहुत हानि पहुँचती है। लोहा एक विस्तृत रूप से प्रयुक्त धातु है। जब यह नम वायु में पड़ा रहता है तो इसके संक्षारण की गति तीव्र हो जाती है। अतः यह आवश्यक है कि हम संक्षारण के कारणों को समझें और उसकी रोकथाम का प्रयत्न करें।

क्रियाकलाप 8

तीन परखनलियों में लोहे की एक-एक स्वच्छ कील लीजिए। पहली परखनली में निर्जलीय कैल्सियम क्लोराइड की थोड़ी सी मात्रा रखें ताकि उसकी वायु शुष्क हो जाए। दूसरी परखनली को ऐसे उबाले हुए जल से पूरी तरह भर दीजिए, जिससे घुली हुई ऑक्सीजन पूर्णतः निकाल ली गई हो। तीसरी परखनली में थोड़ा सामान्य जल डालिए। रबर के डॉटों से तीनों परखनलियों का मुँह बंद कर दीजिए। उन्हें तीन-चार दिन तक बिना हिलाए रखा रहने दीजिए। इसके पश्चात् परखनलियों में रखी कीलों का अवलोकन कीजिए। आप देखेंगे कि पहली और दूसरी परखनली में रखी

चित्र 6.1 लोहे में जंग लगना

कीलों में जंग नहीं लगा है जबकि तीसरी परखनली में रखी कील में जंग लग गया है।

यह प्रयोग दर्शाता है कि जंग लगने के लिए वायु (ऑक्सीजन) और जल दोनों की उपस्थिति आवश्यक है। इससे हमें यह संकेत भी मिलता है कि लोहे को जंग लगने से किस प्रकार बचाया जा सकता है। लोहे को जंग लगने से बचाने के लिए इसको नम वायु से दूर रखें। ऐसा करने के कई उपाय हैं।

पेंट करना : संक्षारण रोकने का सबसे प्रचलित उपाय है धातु की सतह को पेंट से ढक देना। इसीलिए, हमें स्टील फर्नीचर, लोहे के पुलों, रेलगाड़ियों के डिब्बों, बसों के ढाँचों और ट्रकों की सतहों पर पेंट दिखाई देता है। हमारे घरों में भी लोहे और स्टील से बनी कई वस्तुओं पर पेंट किया जाता है ताकि वे जंग से सुरक्षित रहें।

ग्रीस लगाना : तेल या ग्रीस की परत भी धातु का वायु और नमी से संपर्क समाप्त कर उसके संक्षारण को रोकती है। आपने देखा होगा कि नए औज़ारों, कैंचियों और चाकुओं पर ग्रीस लगाकर रखा जाता है ताकि उन पर जंग न लगे। जंग से बचाने के लिए साईकिल की चेन को ग्रीस लगाना आम बात है।

यशदलेपन : लोहे को जंग से बचाने की एक अन्य प्रचलित विधि यशदलेपन है। इसमें धातु (लोहे) की वस्तु को साफ करके उसे द्रवित जिंक में डुबोया जाता है। वस्तु को बाहर निकालने पर उसकी सतह पर जिंक की एक परत चढ़ जाती है। इस प्रक्रम को यशदलेपन कहते है। घरों की छतें बनाने के लिए प्रयुक्त लोहे की चादरों, बाल्टियों और ड्रमों को संक्षारण से बचाने के लिए उन पर यशदलेपन किया जाता है।

विद्युतलेपन : विद्युतलेपन द्वारा लोहे और स्टील पर टिन या क्रोमियम धातुओं की परत चढ़ाकर इनको संक्षारण से सुरक्षित किया जाता है क्योंकि यह स्वयं संक्षारित नहीं होती। लोहे के पात्रों के अंदर की सतहों पर टिन की एक पतली परत चढ़ाई जाती है ताकि उनमें रखे खाद्य पदार्थ सुरक्षित रहें। क्रोमियम के लेपन से स्टील के फर्नीचर और साईकिलों के हत्थों को संक्षारण से सुरक्षित किया जा सकता है। क्रोमियम की परत वस्तुओं को न केवल ज्यादा टिकाऊ बनाती है बल्कि उनको चमकदार भी बनाती है।

मिश्रातु बनाना : कुछ धातुओं को जब अन्य धातुओं के साथ मिलाया जाता है तो वे संक्षारण के प्रतिरोधी हो जाती हैं। उदाहरण के लिए, लोहे को जब क्रोमियम और निकेल के साथ मिश्रित किया जाता है तो स्टेनलेस स्टील बनता है। यह संक्षारण के प्रतिरोधी होता है और इस पर बिल्कुल जंग नहीं लगता। स्टेनलेस स्टील के विभिन्न उपयोगों के बारे में आप पहले से ही जानते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. संक्षारण शब्द से आप क्या समझते हैं?
2. विद्युतलेपन से धातुओं को जंग लगने से किस प्रकार बचाया जा सकता है?
3. यशदलेपन के प्रक्रम का वर्णन कीजिए।

प्रमुख शब्द

अयस्क, धातुकर्म, धात्विक चमक, आघातवर्ध्यता, तन्यता, कठोरता, चालकता, अम्लीय ऑक्साइड, क्षारीय ऑक्साइड, सक्रियता क्रम, उत्कृष्ट धातुएँ, ऐक्वा रेजिया, कैरट, मिश्रातु, संक्षारण, यशदलेपन, विद्युतलेपन।

सारांश

- रासायनिक तत्वों को धातुओं और अधातुओं में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- कुछ धातुएं और अधातुएं प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं।
- संयुक्त (यौगिक) रूप में पाई जाने वाली अधिकांश धातुओं को उनके अयस्कों से प्राप्त किया जा सकता है।
- धातुओं में धात्विक चमक, तन्यता, कठोरता, चालकता जैसे गुणधर्म होते हैं।
- अधातुओं के गुणधर्म धातुओं के विपरीत होते हैं।
- धातुओं के दहन से क्षारीय ऑक्साइड प्राप्त होते हैं।
- अधातुओं के दहन से अम्लीय ऑक्साइड प्राप्त होते हैं।
- सोडियम जैसी सक्रिय धातुएं जल से तीव्र अभिक्रिया करती हैं।
- ऐलुमिनियम, मैग्नीशियम जैसी धातुएं अम्लों के साथ अभिक्रिया करती हैं।
- सल्फ़र जैसी अधातुएं सांद्र अम्लों के साथ अभिक्रिया करती हैं।
- अधिक सक्रिय धातु सक्रियता क्रम में अपने से नीचे वाली (कम सक्रिय) धातु को उसके यौगिक से विस्थापित करती है।
- सोना, चाँदी और प्लैटिनम उत्कृष्ट धातुएँ हैं ये वायु, जल और अम्लों से प्रभावित नहीं होती हैं।
- धातुओं और अधातुओं के हमारे दैनिक जीवन में अनेक उपयोग हैं।
- मिश्रातु, धातुओं और अधातुओं के समांगी मिश्रण होते हैं।
- हम अपने दैनिक जीवन में अनेक प्रकार की मिश्रातुओं का उपयोग करते हैं।
- लोहे जैसी धातुओं का संक्षारण होता है। संक्षारण को रोकने के लिए विभिन्न विधियों का उपयोग किया जाता है।

अभ्यास

1. तन्यता, आघातवर्ध्यता और चालकता के संदर्भ में धातुओं और अधातुओं के गुणधर्मों की तुलना कीजिए।
2. मैग्नीशियम और सल्फर का उदाहरण देते हुए व्याख्या कीजिए कि धातु और अधातु विभिन्न गुणधर्मों वाले ऑक्साइड कैसे बनाते हैं।
3. आप कैसे दर्शाएंगे कि लोहे को जंग लगने के लिए नमी और ऑक्सीजन दोनों की आवश्यकता होती है?

4. कोष्ठक से उचित शब्द चुनकर निम्नलिखित कथनों को पूरा कीजिए:
   (क) उत्कृष्ट गैसें (मुक्त अवस्था/यौगिक रूप) में पाई जाती हैं।
   (ख) अधातुएं साधारणत: (आघातवर्ध्य/भंगुर) होती हैं।
   (ग) दहन के फलस्वरूप पोटैशियम (अम्लीय ऑक्साइड/क्षारीय ऑक्साइड) बनाता है।
   (घ) (आयोडीन/ब्रोमीन) के पूतिरोधी गुणधर्म होते हैं।
   (ङ) जर्मन सिल्वर का मुख्य घटक (तांबा/चांदी) है।
   (च) आयरन (लोहे) की संयोजन क्षमता 3 होती है।

5. बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं अथवा असत्य:
   (क) सोडियम मैग्नीशियम से अधिक अभिक्रियाशील है।
   (ख) मैग्नीशियम ठंडे जल के साथ अभिक्रिया करता है।
   (ग) सामान्य ताप पर सभी धातुएं ठोस होती हैं।
   (घ) सोने को कठोर बनाने के लिए उसकी तांबे के साथ मिश्रातु बनाई जाती है।

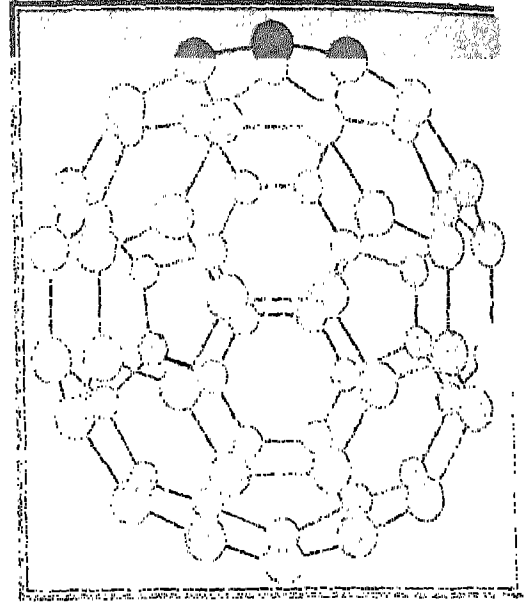
6. निम्नलिखित के लिए अभिक्रिया लिखिए:
   (क) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को ऐलुमिनियम की पन्नी पर डाला जाता है।
   (ख) गर्म सांद्र नाइट्रिक अम्ल को चूर्णित सल्फर पर डाला जाता है।
   (ग) सोडियम को जल में डाला जाता है।
   (घ) जिंक की गोलियों को कॉपर सल्फेट के विलयन में रखा जाता है।
   (ङ) सल्फर डाइऑक्साइड को जल में घोला जाता है।

7. निम्नलिखित के लिए कारण बताइए:
   (क) चांदी का उपयोग दर्पण बनाने के लिए किया जाता है।
   (ख) ऐलुमिनियम का बिजली के तार बनाने में उपयोग किया जाता है।
   (ग) ऐलुमिनियम के बर्तनों में अम्लीय घटकों वाले खाद्य पदार्थ नहीं रखने चाहिए।
   (घ) लोहे का उपयोग पुलों और भवनों को बनाने में किया जाता है।
   (ङ) ग्रेफ़ाइट को शुष्क सेल में इलेक्ट्रोड की तरह उपयोग किया जाता है।
   (च) लोहे की चादरों के उपयोग से पहले उनका यशदलेपन किया जाता है।

8. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए:
   (क) संक्षारण की रोकथाम
   (ख) धातुकर्म प्रक्रम
   (ग) धातुओं और अधातुओं के उपयोग
   (घ) लोहे की मिश्रातुएं
   (ङ) उत्कृष्ट धातुएं।

9. भारत का मानचित्र लीजिए और उस पर सोना, लोहा, मैंगनीज़ और तांबा की खानों के स्थान दर्शाइए।

10. धातुओं और मिश्रातुओं से बनी वस्तुएँ एकत्रित कीजिए और उनके घटक बताइए।

अध्याय 7

कार्बन

कार्बन एक अद्‌वितीय तत्व है। यह प्रकृति में स्वतंत्र एवम्‌ अन्य तत्वों के साथ मिलकर यौगिक, दोनों रूप में पाया जाता है। सभी सजीवों में कार्बन उपस्थित है। साथ ही प्रोटीन, वसा, कार्बोहाइड्रेट तथा विटामिनों जैसे जीवन को आधार प्रदान करने वाले सभी पदार्थों में भी कार्बन होता है। आप में से अधिकांश छात्र हीरा, ग्रेफाइट, पेट्रोल, डीज़ल एवम्‌ किरोसीन से परिचित होंगे। आप प्रकृति में पाए जाने वाली खड़िया मिट्टी, चूने के पत्थर (लाइमस्टोन) तथा मार्बल (संगमरमर) से भी परिचित हैं। इन सभी पदार्थों में कार्बन उपस्थित है।

प्रकाश संश्लेषण, श्वसन तथा दहन में कार्बन का किसी न किसी रूप में उपयोग होता है। प्रागैतिहासिक मानव भी कागज एवम्‌ कोयले के रूप में कार्बन से परिचित था। लकड़ी को एक बंद कक्ष में मिट्टी से ढककर, जिससे वायु से संपर्क न रहे, गर्मकर चारकोल (लकड़ी का कोयला) आदि प्राचीन काल से ही बनाया जाता था। इसी प्रकार काजल को जैतून के तेल (Olive Oil) के साथ मिलाकर स्याही बनाई जाती थी।

कार्बन एक अधात्विक तत्व है जिसका संकेत 'C' है। कार्बन शब्द की उत्पत्ति लैटिन भाषा के शब्द कार्बो से हुई जिसका अर्थ मुख्यत: कार्बन से बना द्रव्य कोयला है।

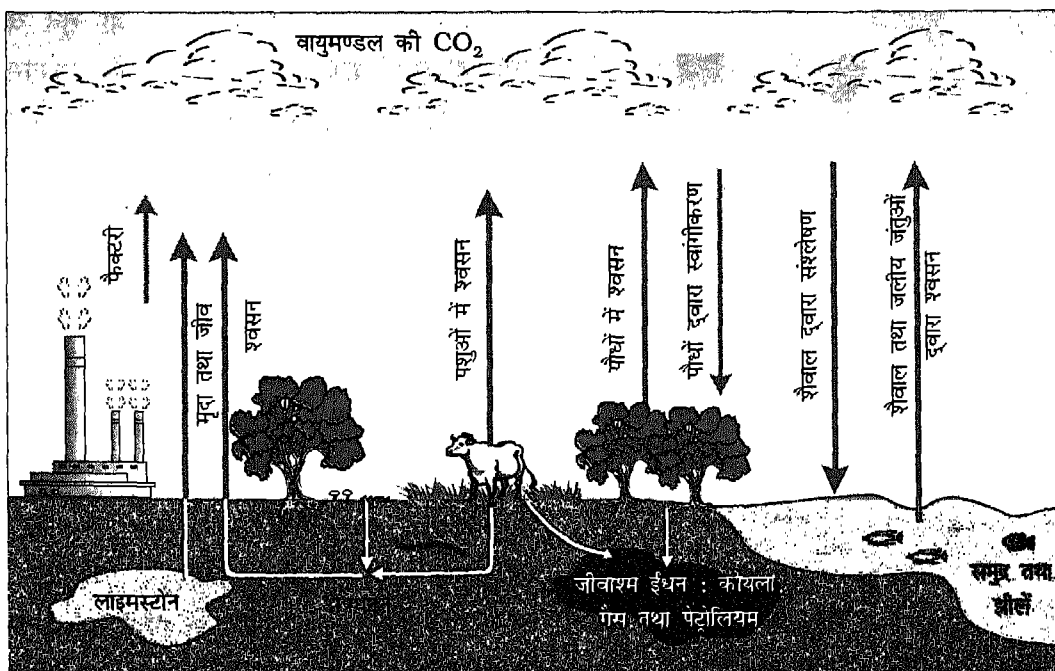
तत्व कार्बन की हमारे जीवन में एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका है।

7.1 कार्बन की उपस्थिति

कार्बन वायुमंडल, भूपर्पटी तथा सभी सजीवों में पाया जाता है। यद्‌यपि भूपर्पटी में केवल 0.03% कार्बन होता है, फिर भी यह सबसे महत्त्वपूर्ण रासायनिक तत्वों में से एक है। सभी सजीवों, पौधों एवम्‌ प्राणियों के शरीर में यह तत्व उपस्थित होता है। सभी भोज्य पदार्थों में कार्बन, उसके यौगिकों के रूप में, उपस्थित रहता है। कार्बन, प्रकृति में पाए जाने वाले पत्थर के कोयले एवम्

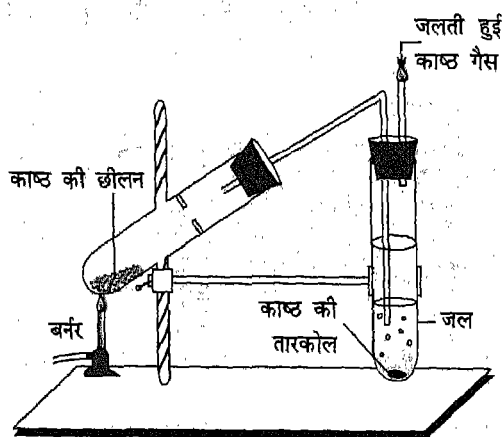
पेट्रोलियम में उपस्थित रहता है; यह काष्ठ, कोक, कोयला, लकड़ी का बुरादा, किरोसीन, ऐलकोहॉल, पेट्रोल, द्रव पेट्रोलियम गैस (LPG), संपीड़ित प्राकृतिक गैस (CNG) तथा गोबर गैस जैसे सभी ईंधनों में भी उपस्थित रहता है। खड़िया पत्थर, संगमरमर (मार्बल) तथा चूने का पत्थर (लाइमस्टोन) जैसे खनिजों में भी कार्बन, कैल्सियम कार्बोनेट के रूप में उपस्थित रहता है।

भूपर्पटी में कार्बन की थोड़ी सी मात्रा प्राकृत तत्व के रूप में मिलती है। यहाँ यह जिन दो रूपों में पाया जाता है, वे हैं: हीरा एवम् ग्रेफाइट। कार्बन के एक तीसरे रूप, फुलरीन की पहचान अन्तरातारकीय (तारों के बीच स्थित आकाश) बादलों में की गई है। कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में वायुमंडल में (0.03%आयतन से) भी कार्बन पाया जाता है।

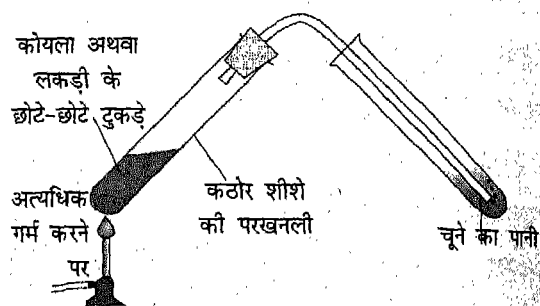
हाइड्रोजन को छोड़कर बाकी सभी तत्वों के सभी यौगिकों की सम्मिलित (कुल) संख्या की तुलना में कार्बन के यौगिकों की संख्या अधिक है। कार्बन के यौगिकों की यह विस्तृत भिन्नता कार्बोहाइड्रेट, वसा, प्रोटीन, विटामिन एवम् न्यूक्लिक अम्ल जैसे जीवन के लिए आवश्यक जटिल अणुओं के अस्तित्व के लिए आवश्यक है। कार्बन परमाणुओं का सजीव से निर्जीव रूप में स्थानांतरण अत्यधिक आवश्यक है। यह केवल ऊर्जा स्थानांतरण से ही संबंधित नहीं है किंतु इसका संबंध उन मूलभूत प्रक्रमों से भी है जिनसे हमारे गृह पृथ्वी पर जीवन संभव हुआ है। कार्बन का सजीवों एवम् निर्जीवों के बीच आदान-प्रदान दो प्रक्रमों; श्वसन (दहन के समान) और प्रकाश संश्लेषण तथा कार्बन के एक यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) द्वारा होता है। आप इन प्रक्रमों से पूर्व से ही परिचित हैं, जो भूमंडलीय चक्र, जिसे कार्बन चक्र कहते हैं, का एक भाग हैं (चित्र 7.1)।

चित्र 7.1 कार्बन चक्र के प्रमुख पद

कार्बन बहुत से पदार्थों जैसे कि काष्ठ, शक्कर, कपास तथा ऊन आदि में उपस्थित है। इसे प्रमाणित करने के लिए आइए एक प्रयोग करें:

क्रियाकलाप 1

तापसह कांच की एकसमान चार शुष्क परखनलियाँ लीजिए। अलग-अलग परखनली में क्रमशः लकड़ी की छीलन अथवा बुरादा, कपास, शक्कर तथा ऊन की थोड़ी-थोड़ी मात्रा लीजिए। परखनली से निकलने वाली गैस के परीक्षण के लिए निकास नली युक्त एक छिद्र वाला रबर कार्क जो परखनली के मुँह पर फिट बैठता हो तैयार रखिए (चित्र 7.2)।

चित्र 7.2 भंजक आसवन

प्रत्येक परखनली को एक-एक कर सावधानीपूर्वक गर्म कीजिए तथा काला अवशिष्ट यदि प्राप्त हो या अन्य कोई परिवर्तन जो हो, का प्रेक्षण कीजिए।

अब प्रत्येक परखनली को अलग-अलग और अधिक गर्म कीजिए। निकलने वाली गैस

चित्र 7.3 निकलने वाली गैस को चूने के पानी में प्रवाहित करना

को एक दूसरी परखनली में रखे ताजे बने चूने के पानी में प्रवाहित कीजिए (चित्र 7.3)। चूने के पानी में होने वाले परिवर्तन तथा प्रत्येक परखनली में प्राप्त अवशिष्ट का प्रेक्षण कीजिए।

आप देखेंगे कि प्रत्येक परखनली में एक काला अवशिष्ट प्राप्त होता है। यह कार्बन है। साथ ही, तेज गर्म करने पर प्रत्येक परखनली से कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है। प्रत्येक परखनली में जल-वाष्प भी प्राप्त होती है जिसे परखनली को ठंडा करने पर उसके मुँह के निकट देखा जा सकता है। काष्ठ या कोयले को वायु की अनुपस्थिति में गर्म करना **भंजक आसवन** कहलाता है।

इससे सिद्ध होता है कि सभी कार्बनिक पदार्थों में कार्बन उपस्थित होता है। कार्बन में अनेकानेक यौगिक बनाने की अद्वितीय क्षमता होती है। आज हमें लाखों कार्बनिक यौगिकों की जानकारी है। दिन-प्रतिदिन नए कार्बनिक यौगिकों की खोज एवम् संश्लेषण किया जा रहा है। अतः कार्बनिक यौगिकों का अध्ययन रसायन शास्त्र की एक अलग शाखा के रूप में किया जाता है जिसे कार्बनिक रसायन कहते हैं। प्रारंभ में, वैज्ञानिक कार्बनिक यौगिक शब्द का

उपयोग उन पदार्थों के लिए करते थे जो सजीव या मृत जीवों से प्राप्त होते थे। आज रसायनज्ञ ऐसे सभी पदार्थों को कार्बनिक पदार्थ मानते हैं जिसमें कार्बन होता है चाहे वह सजीवों से प्राप्त हो अथवा प्रयोगशाला में संश्लेषण करके या कारखाने में निर्मित किया गया हो। जिन यौगिकों में कार्बन नहीं होता है उन्हें अकार्बनिक यौगिक कहते हैं। किंतु कार्बन डाइऑक्साइड, कार्बन मोनोक्साइड, कार्बोनेटों एवम् कार्बाइडों जैसे कुछ यौगिकों को अकार्बनिक ही मानकर इनका अध्ययन अकार्बनिक रसायन के अंतर्गत किया जाता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. प्रकृति में कार्बन चक्र को दर्शाने के लिए एक स्वच्छ नामांकित आरेख बनाइए।
2. हमारे चारों ओर उपस्थित कार्बन किन-किन रूपों में पाया जाता है?

7.2 अपररूपता

कार्बन के परमाणु विभिन्न विधियों से आपस में बंधन बनाकर पूर्णतः भिन्न-भिन्न गुणों वाले पदार्थ बनाते हैं। जब कोई तत्व एक ही भौतिक अवस्था में एक से अधिक संरचनात्मक रूपों में पाया जाता है, तो इस गुण को अपररूपता कहते हैं। एक ही तत्व के ऐसे विभिन्न रूप **अपररूप** कहलाते हैं। अपनी संरचना में भिन्नता के कारण अपररूपों के भौतिक गुण भिन्न-भिन्न होते हैं। किंतु किसी भी तत्व के सभी अपररूपकों के रासायनिक गुण समान होते हैं।

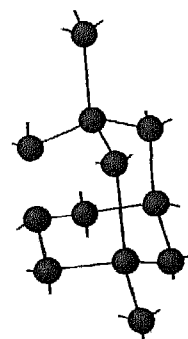
कार्बन अकेला ही ऐसा तत्व नहीं है जो अपररूपता दर्शाता है। फॉस्फोरस, सल्फर, आयरन तथा टिन सभी ठोस अवस्था में अपररूपता दर्शाते हैं; सल्फर द्रव अवस्था में भी अपररूपता दर्शाता है। ऑक्सीजन गैसीय अवस्था में पृथ्वी के वायुमंडल में अपने दो अपररूपकों द्विपरमाणुविक अणु (O_2) एवम् ओजोन (O_3) के रूप में पाई जाती है।

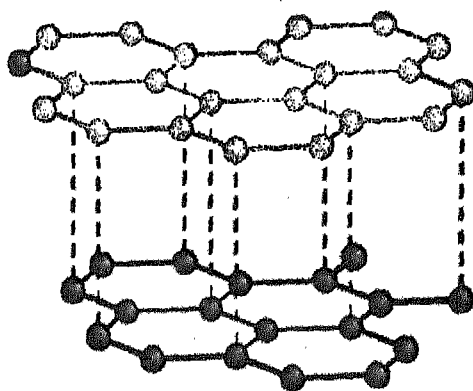
इनके उत्तर दीजिए

1. अपररूपता क्या है? ऑक्सीजन के 2 अपररूपकों के नाम लिखिए।
2. ऐसे 4 तत्वों के नाम लिखिए जो अपररूपता दर्शाते हैं।

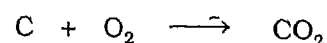
7.3 कार्बन के विभिन्न रूप

कार्बन मुख्यतः तीन अपररूपों में पाया जाता है: 1. क्रिस्टलीय रूप 2. अक्रिस्टलीय या रवाहीन रूप। क्रिस्टलीय रूप में कार्बन के परमाणु क्रमित रूप से व्यवस्थित रहते हैं। कार्बन के अक्रिस्टलीय अथवा रवाहीन रूप में परमाणु अव्यवस्थित रहते हैं।

हीरा एवम् ग्रेफाइट कार्बन के दो क्रिस्टलीय रूप हैं जबकि काजल, लकड़ी का कोयला (चारकोल) तथा कोयले से प्राप्त कोक कार्बन के अक्रिस्टलीय रूप हैं। हीरे में कार्बन परमाणु एक त्रिमिवीय जाल (three dimensional network) बनाते हैं जो संपूर्ण क्रिस्टल में उपस्थित प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले पदार्थों में रहकर हीरे को सबसे कठोर बनाता है (चित्र 7.4)।

***चित्र 7.4** हीरे में कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था*

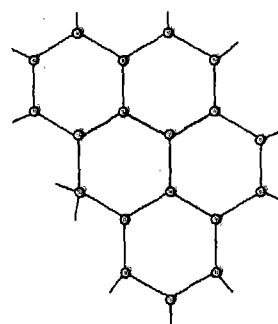
ग्रेफाइट में कार्बन परमाणुओं की परतें होती हैं जो एक दूसरे के ऊपर आसानी से फिसल सकती हैं। इस संरचना के कारण ग्रेफाइट सभी ज्ञात पदार्थों में सर्वाधिक मृदु (सॉफ्ट) पदार्थ है (चित्र 7.5)। यद्यपि ग्रेफाइट तथा हीरे में कार्बन परमाणुओं के मध्य बंधन अर्थात् कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था परस्पर भिन्न-भिन्न होती है तथापि दोनों के ही विषय में यह कहा जा सकता है कि उनमें विशाल आण्विक संरचना होती है।

चित्र 7.5 ग्रेफाइट की परतों में कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था

हम कैसे कह सकते हैं कि हीरा, ग्रेफाइट तथा काजल, जो कार्बन के अपररूपक हैं, तीनों ही कार्बन परमाणुओं से बने हैं। इसकी सत्यता की परख बहुत सरल है। यदि इन तीनों पदार्थों की समान मात्रा का ऑक्सीजन में पूर्ण दहन किया जाए तो पाया जाता है कि तीनों से प्राप्त कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा समान होती है। अन्य कोई पदार्थ प्राप्त नहीं होता है। इसमें होने वाली रासायनिक अभिक्रिया निम्नलिखित है:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

कार्बन ऑक्सीजन कार्बन डाइऑक्साइड

7.4 ग्रेफाइट और हीरा

ग्रेफाइट

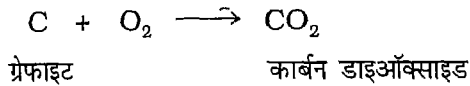
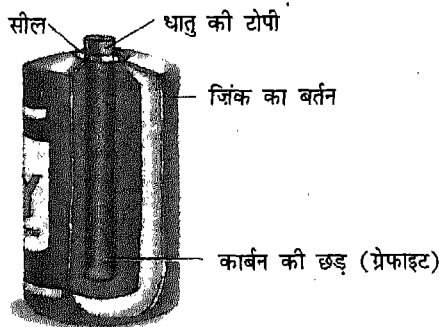
हम सभी "लेड पेंसिल" से परिचित हैं। इसमें लेड धातु नहीं होती बल्कि यह ग्रेफाइट एवम् मिट्टी का मिश्रण है। ग्रेफाइट रूपी कार्बन से किए गए लेख को सरलता से मिटाया जा सकता है; लेड पेंसिल से लिखते समय आप अनेक बार ऐसा करते हैं। ग्रेफाइट काला एवम् फिसलने वाला (चिकना) होता है। ग्रेफाइट में कार्बन के परमाणु इस प्रकार व्यवस्थित रहते हैं कि उनकी अनेक समतलीय परतें बन जाती हैं। प्रत्येक परत छः कार्बन परमाणुओं वाले छल्लों से बनी होती है। ये छल्ले एक दूसरे से षटकोणीय (षटकोण 6 भुजाओं से मिलकर बना होता है) आकृति में मुर्गी जाली के समान जुड़े होते हैं (चित्र 7.6)। ग्रेफाइट की किसी एक परत में स्थित सभी परमाणुओं का आपसी बंधन मजबूत होता है। किंतु विभिन्न परतों के बीच बल दुर्बल होता है। ग्रेफाइट मृदु (साफ्ट) होता है क्योंकि इसकी विभिन्न परतें एक दूसरे पर सरक सकती हैं। ग्रेफाइट विद्युत का चालक है। ग्रेफाइट का घनत्व 1.9 से 2.3 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर (g/cm^3) होता है।

चित्र 7.6 ग्रेफाइट की एक परत में कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था

भारत में ग्रेफाइट आंध्र प्रदेश, बिहार, जम्मू-कश्मीर, उड़ीसा, राजस्थान, तमिलनाडु तथा उत्तर प्रदेश में पाया जाता है।

ग्रेफाइट के गुणधर्म

ग्रेफाइट चमकदार षटकोणीय क्रिस्टलों से बना होता है। यह गाढ़े भूरे रंग का, मृदु एवम् स्पर्श में चिकना पदार्थ होता है। ग्रेफाइट का गलनांक काफी उच्च (3730°C) होता है। यह ऑक्सीजन के साथ 700°C ताप तक गर्म करने पर कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है।

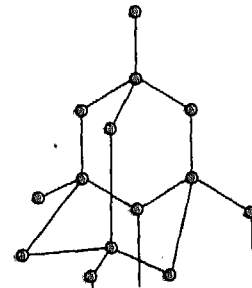
$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

ग्रेफाइट   कार्बन डाइऑक्साइड

किसी भी पदार्थ के उपयोग उसके गुण एवम् संरचना पर निर्भर करते हैं। यह ग्रेफाइट के लिए भी सत्य है। इसके उच्च गलनांक तथा सरकने वाली परतों के कारण यह उन मशीनों के लिए ठोस स्नेहक के रूप में उपयोग किया जाता है जो लगातार उपयोग से गर्म हो जाती हैं। बहुत से औद्योगिक प्रक्रमों विशेषकर सेल (चित्र 7.7), विद्युत भट्टियों तथा विद्युत लेपन में ग्रेफाइट का उपयोग इलेक्ट्रोड बनाने में किया जाता है।

चित्र 7.7 ग्रेफाइट का उपयोग दर्शाता एक शुष्क सेल का भीतरी दृश्य

ग्रेफाइट का उपयोग पेंसिल के 'लेड' बनाने में किया जाता है। ग्रेफाइट क्रूसिबल (छोटा पात्र) का उपयोग कुछ धातुओं के गलन में किया जाता है। अपने गाढ़े भूरे रंग के कारण ग्रेफाइट का उपयोग काला पेंट एवम् छपाई की स्याही बनाने में किया जाता है। ग्रेफाइट एवम् प्लास्टिक मिलकर एक मजबूत किंतु हल्का मिश्रित द्रव्य बनाते हैं जिसका उपयोग मछली पकड़ने की बंशी, साइकिलों के फ्रेम, अंतरिक्षयानों के पुर्जे, डिश ऐन्टेना तथा टेनिस रैकेट बनाने में किया जाता है।

ग्रेफाइट को अत्यधिक उच्च दाब (समुद्रतल पर वायुमंडलीय दाब के 100000 गुना से अधिक) तथा ताप (लगभग 3700°C) पर उसे हीरे में परिवर्तित किया जा सकता है। उच्च ताप एवम् दाब ग्रेफाइट में कार्बन परमाणुओं की संरचना में पुनर्व्यवस्थित कर देता है। औज़ार बनाने में प्रयुक्त हीरों में से लगभग 90% ग्रेफाइट से बनाए जाते हैं।

हीरा

आप में से अधिकांश हीरों से परिचित होंगे। आप में से बहुत से उसे रत्न के रूप में जानते हैं। हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु 4 अन्य कार्बन परमाणुओं से प्रबल बलों द्वारा जुड़ा रहता है। इसके फलस्वरूप त्रिविमीय दृढ़ संरचना प्राप्त होती है (चित्र 7.8)।

चित्र 7.8 हीरे में कार्बन परमाणुओं का व्यवस्थापन

यह संरचना इतनी दृढ़ एवम् स्थाई होती है कि इसके फलस्वरूप हीरा प्रकृति में पाया जाने वाला सबसे अधिक कठोर पदार्थ है। हीरे का घनत्व 3.5 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर (g/cm^3) है।

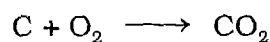
प्राचीन हिंदू रचनाओं, जैसे कि वेद, रामायण एवम् महाभारत, में हीरे का बहुधा उल्लेख पाया जाता है। हीरा दक्षिण अफ्रीका, ब्राजील, कांगो, अंगोला, तंजानिया तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में पाया जाता है। भारत में, हीरा मध्य प्रदेश की पन्ना तथा आंध्र प्रदेश में वज्रकरूर की खानों में पाया जाता है। कर्नाटक में गोलकुंडा की खानों से हीरे का उत्पादन अब नहीं के बराबर है। दक्षिण अफ्रीका विश्व में हीरे का सबसे अधिक उत्पादन करता है। किंतु खान से निकलने वाले हीरे अपरिष्कृत रूप में होते हैं। इन्हें तराशकर एवम् पालिशकर ऐसा बनाया जाता है जिससे उनमें दमक एवम् चिंगारी उत्पन्न हो। हीरे का भार कैरट में व्यक्त किया जाता है (एक कैरट = 200 मिलीग्राम)। हमारे देश में सूरत एवम् जयपुर जैसे अनेक नगर हैं जहाँ अपरिष्कृत हीरों को तराशा एवम् पालिश किया जाता है। हमारे देश में हीरे को तराशने एवम् उस पर पालिश करने का उद्योग बहुत फल-फूल रहा है।

कोहिनूर, पिट (Pitt) एवम् होप (Hope) विश्व के कुछ प्रसिद्ध हीरों के नाम हैं।

हीरे के गुण

शुद्ध हीरा क्रिस्टलीय होता है। इसकी संरचना दृढ़ होती है जिसमें प्रत्येक कार्बन परमाणु चार अन्य कार्बन परमाणुओं से जुड़ा रहता है। वास्तव में हीरा एवम् ग्रेफाइट दोनों को वृहत आण्विक क्रिस्टल माना जाता है। किंतु ये संरचनाएं भंगुर होती हैं। इसी कारण हीरा एवम् ग्रेफाइट दोनों ही भंगुर होते हैं। हीरा विद्युत का चालक नहीं है।

ग्रेफाइट के ही समान हीरे को भी तप्त होने तक गर्म करने पर वह केवल कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है।

$$\underset{\text{हीरा}}{C} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{कार्बन डाइऑक्साइड}}{CO_2}$$

हीरा कठोर तथा पाराभाषक होता है तथा इसकी अपनी चमक होती है। लगभग 3500°C पर यह उर्ध्वपातित हो जाता है। अशुद्धियाँ हीरे को रंगीन बना देती हैं।

हीरे के उपयोग

हीरे की चमक के कारण वह बहुमूल्य रत्न कहलाता है। रत्न तराशने वाले कारीगर का कौशल अपरिष्कृत हीरे के विभिन्न फलकों को इस प्रकार काटने में है कि उसमें प्रवेश करने वाली प्रकाश की प्रत्येक किरण निर्गमन से पूर्व अनेक बार परावर्तित हो। इस परावर्तन से जब प्रकाश विभिन्न रंगों में विभाजित होता है तो हीरे में से प्रकाश की रंगीन चिंगारी दिखाई देती हैं। चूंकि हीरा सबसे कठोर द्रव्यों में से एक है, अतः इसका उपयोग काँच काटने एवम् कठोर पत्थरों में छेद करने वाले औजारों को बनाने में किया जाता है। कोमल चीरफाड़ के लिए सर्जन हीरे के चाकुओं का प्रयोग करते हैं।

ग्रेफाइट एवम् हीरे के गुणों के उपयोगों की तुलना सारणी 7.1 में दी गई है।

आप अब जानते हो कि हीरा एवम् ग्रेफाइट एक ही तत्व कार्बन के विभिन्न अपररूप हैं। इन अपररूपों का निर्माण पृथ्वी की भिन्न गहराइयों पर, अतः भिन्न-भिन्न ताप एवम् दाब पर होता है। प्राकृतिक हीरे

सारणी 7.1: ग्रेफाइट एवम् हीरे के गुणों एवम् उपयोगों की तुलना

	ग्रेफाइट		हीरा	
	गुण	उपयोग	गुण	उपयोग
दिखावट	चमकदार गहरा भूरा ठोस		रंगरहित, पारदर्शक क्रिस्टल जो प्रकाश में चमकते हैं।	आभूषण, मुकुट तथा सजावट के सामान
कठोरता	मृदु, ठोस में फिसलन होती है।	पेंसिल में, मशीन में स्नेहक के रूप में	प्राकृतिक पदार्थों में कठोरतम	काँच काटने में, चट्टानों को काटने की मशीनों में तथा हीरे की आरी में
चालकता	विद्युत का चालक	शुष्क सेलों में इलेक्ट्रोड के रूप में, विद्युत मोटरों में कूची के रूप में	विद्युत का कुचालक	
ऊष्मा चालकता	सामान्य	-	बहुत अधिक	-
घनत्व	1.9 से 2.3 g/cm^3	-	3.5 g/cm^3	-

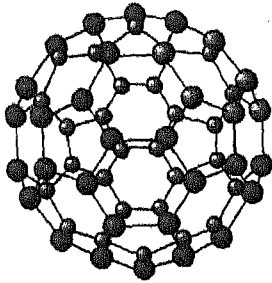
उन भंडारों में पाए जाते हैं जिनके बारे में मान्यता है कि ये प्राचीन ज्वालामुखियों की नलिकाएं अर्थात् ज्वालामुखियों द्वारा बनाई गई चट्टानी द्रव्य की लंबी नलियाँ हैं। कुछ उल्काओं में भी इतने छोटे हीरे पाए गए हैं जिन्हें केवल सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखा जा सकता है। हमारे देश में भी कोयले की खदानों में बहुत छोटे हीरे पाए जाते हैं। हीरा एवम् ग्रेफाइट की क्रिस्टल संरचना तथा भौतिक गुणों में बहुत अंतर है। किंतु हीरे एवम् ग्रेफाइट के रासायनिक गुण एक से हैं।

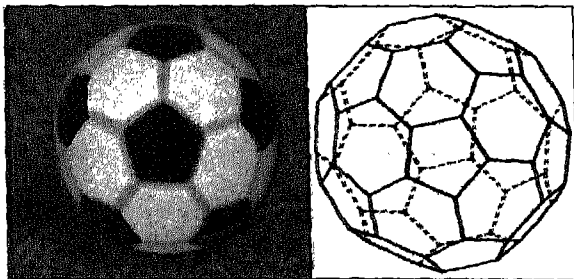
फुलरीन

अब यह ज्ञात हो चुका है कि ठोस अवस्था में कार्बन उससे अधिक व्यापक है जितना सोचा गया था। सन् 1985 में रसायनज्ञों ने ग्रेफाइट को

इनके उत्तर दीजिए

1. कार्बन के अपररूपों के नाम लिखिए।
2. हीरा कठोर क्यों होता है? इसकी संरचना के आधार पर समझाइए।
3. ग्रेफाइट का उपयोग ठोस स्नेहक के रूप में क्यों होता है? इसकी संरचना के आधार पर समझाइए।
4. ग्रेफाइट का इलेक्ट्रोड के रूप में उपयोग क्यों किया जा सकता है?
5. हीरा प्रकाश में क्यों चमकता है?
6. हीरा एवम् ग्रेफाइट में किसका घनत्व अधिक है?
7. लाल तृप्त हीरा एवम् ग्रेफाइट ऑक्सीजन से क्रिया कर कौन सा यौगिक बनते हैं?
8. हीरे के कोई दो उपयोग लिखिए।

अत्यधिक उच्च ताप तक गर्म कर कार्बन का एक नया अपररूप प्राप्त किया। इसका अणु गोलीय है जिसमें 60 कार्बन परमाणु एक दूसरे से जुड़े हुए हैं (चित्र 7.9)। अमेरिकी वास्तुकार बकमिन्सटर फुलर के नाम पर इस परिपूर्ण गोलीय अणु को बकमिन्सटर फुलरीन नाम दिया गया। उन्होंने त्रिविमीय ज्यामिति के गुंबदों की संरचनाओं को दृढ़ता प्रदान करने के लिए षटकोणीय एवम् पंचकोणीय व्यवस्था का उपयोग किया गया था।

चित्र 7.9 फुलरीन के गोलीय C_{60} के अणु में कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था

आप जानते हैं कि हीरा एवम् ग्रेफाइट में अंतहीन वृहत क्रिस्टलीय संरचना होती है। इसके विपरीत मूल फुलरीन 60 कार्बन परमाणुओं वाला अणु होता है। इन अणुओं की आकृति 'सॉकर' (फुटबॉल) की किसी छोटी गेंद (जिन्हें बकीबाल्स, कहते हैं) के समान होती है (चित्र 7.10), जिसके प्रत्येक उस बिंदु पर

चित्र 7.10 C_{60} 'बकीबाल' में कार्बन परमाणुओं का व्यवस्थापन

जिस पर सॉकर की गेंद की विभिन्न रेखाएं सामान्यत: मिलती हैं, एक कार्बन परमाणु स्थित रहता है।

प्रयोगशाला में फुलरीनों की खोज के बाद, भूगर्भशास्त्रियों ने प्रकृति में जर्मनी में उल्का द्वारा निर्मित क्रेटर (गढ़हे) में तथा न्यूजीलैंड में प्राचीन चट्टानों में फुलरीनों की खोज की है। रूस में भी, चट्टानों में प्राकृतिक रूप से फुलरीनों की उपस्थिति पाई गई है।

फुलरीन

C_{70}, C_{90} एवम् C_{120}, कार्बन परमाणुओं वाली फुलरीनों की भी अब खोज हो चुकी है। बहुत से वैज्ञानिकों ने फुलरीनों के विभिन्न यौगिकों का निर्माण भी कर लिया है। हाल में खोजे गए इन द्रव्यों, जिनमें फुलरीन उपस्थित हैं, के गुणों से वैज्ञानिक बहुत उत्साहित हैं तथा इनके उपयोग की संभावनाओं का पता लगा रहे हैं। कुछ फुलरीन आधारित यौगिक अतिचालक हैं अर्थात् उनमें बिना किसी प्रतिरोध के विद्युत प्रवाहित की जा सकती है। इनमें हीलियम, निऑन, ऑर्गन तथा जीनॉन (सभी अक्रिय गैसें) तथा नाइट्रोजन परमाणु के अतिरिक्त हीलियम और निऑन के अणु जैसे अकार्बनिक परमाणु के यौगिक सम्मिलित हैं।

यह आशा की जा रही है कि किसी दिन फुलरीन एवम् उनके यौगिक अतिचालक, अद्र्धचालक, स्नेहक, उत्प्रेरक, विद्युत की तारों तथा प्लैस्टिक को प्रबलित करने के लिए तंतुओं के बनाने में अत्यंत महत्त्वपूर्ण सिद्ध होंगे। अब यह खोज भी की जा रही है कि क्या C_{60} आधारित यौगिक एड्स फैलाने वाले विषाणुओं की रोकथाम में मदद कर सकते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. उन पदार्थों को जिनमें 60 कार्बन परमाणु एक दूसरे से जुड़कर अणु बनाते हैं, फुलरीन क्यों कहते हैं?
2. भविष्य में फुलरीन के कुछ संभावित उपयोग लिखिए।
3. फुलरीन प्रयोगशाला में कैसे बनाए जा सकते हैं?

7.5 अक्रिस्टलीय कार्बन

कार्बन के क्रिस्टलीय रूपों, जैसे कि हीरा एवम् ग्रेफाइट, के विपरीत अक्रिस्टलीय रूप में कार्बन परमाणु किसी क्रम में व्यवस्थित नहीं रहते हैं। अक्रिस्टलीय ठोसों में परमाणुओं का संकुलन (पैकिंग) अन्य ठोसों के समान नियमित नहीं होता है। 'कोक' कार्बन का प्राकृतिक अक्रिस्टलीय रूप है। लकड़ी का कोयला (चारकोल), जांतव चारकोल (हड्डी से प्राप्त कोयला), शक्कर से प्राप्त चारकोल तथा काजल कार्बन के मानवनिर्मित अक्रिस्टलीय रूप हैं। यह खोजा गया है कि अक्रिस्टलीय कार्बन, ग्रेफाइट के अत्यंत छोटे क्रिस्टलों से बनते हैं।

अक्रिस्टलीय कार्बन के भौतिक एवम् रासायनिक गुण उसके विरचन की विधि तथा उन परिस्थितियों के आधार पर बदल सकते हैं जिनमें उन्हें रखा जाता है। अक्रिस्टलीय कार्बन का वायु में दहन अपेक्षाकृत सरलता से होता है।

चारकोल

आप में से अधिकतर छात्र चारकोल (काष्ठ कोयला) से परिचित हैं। ईंधन के रूप में इसका उपयोग होता आया है। यह लकड़ी (काष्ठ) को वायु की अनुपस्थिति में गर्म कर (भंजक आसवन) बनाया जाता है। लकड़ी के भंजक आसवन के दौरान कम क्वथनांक वाले द्रव एवम् गैसें निकल जाती हैं तथा चारकोल जो ठोस है शेष रह जाता है। लकड़ी का कोयला या चारकोल प्रयोगशाला में लकड़ी के टुकड़ों अथवा छीलन को वायु की अनुपस्थिति में गर्म कर बनाया जा सकता है। आइए, चारकोल प्राप्त करने के लिए निम्नलिखित प्रयोग करें:

क्रियाकलाप 2

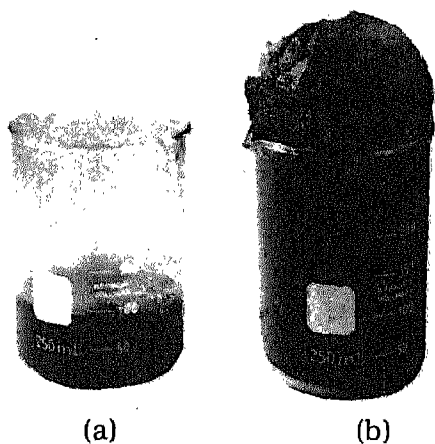
क्रियाकलाप 1 में अवशिष्ट को देखिए यह चारकोल है। आप देखेंगे कि वह आसानी से टूट जाता है। क्या इसकी मदद से आप कागज पर लिख सकते हैं।

चारकोल, विशेषकर काष्ठ चारकोल, काला छिद्रदार ठोस है। यह गैसों को अवशोषित करता है। इसका उपयोग गैस मुखावरज (मास्क) में किया जाता है। इसका उपयोग ईंधन के रूप में तथा जल को छानने के लिए भी किया जाता है।

अस्थि कोयला प्राणियों की हड्डियों से प्राप्त किया जाता है। यह जल एवम् शक्कर के शीरे, जैसे कुछ अन्य द्रवों में उपस्थित रंगीन अशुद्धियों को अवशोषित करता है। शक्कर के उत्पादन में, सफेद रवे (क्रिस्टल) प्राप्त करने के लिए चारकोल का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। चारकोल का अवशोषक गुण दर्शाने के लिए 300 mL के किसी बीकर में 200 mL जल लेकर उसमें स्याही एवम् 50 cm^3 चारकोल मिलाइए। चारकोल को पानी में लगभग 15 मिनट तक रहने दीजिए। अब विलयन को छान लीजिए। छनित को इकट्ठा कर उसके रंग का अवलोकन कीजिए। इसका रंग स्याही के रंग से हल्का होगा। यदि हाँ, तो क्यों?

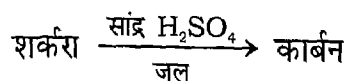
शर्करा चारकोल शर्करा से प्राप्त किया जाता है तथा यह कार्बन का शुद्ध रूप है। इसे शर्करा के भंजक आसवन से बनाया जाता है। इस प्रक्रम

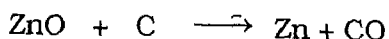
के दौरान शर्करा के अणुओं में से जल निकल जाता है तथा शुद्ध चारकोल शेष बचा रहता है। शर्करा पर सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की अभिक्रिया

(a) (b)

चित्र 7.11 सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल शर्करा में से ऑक्सीजन एवम् हाइड्रोजन को जल के रूप में अलग कर देता है:
(a) अभिक्रिया का प्रारंभ होना दर्शाता है।
(b) चारकोल (शुद्ध कार्बन) का बनना दर्शाता है।

से भी शर्करा चारकोल बनाया जा सकता है (चित्र 7.11)।

इस प्रक्रम में निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया होती है:

$$\text{शर्करा} \xrightarrow[\text{जल}]{\text{सांद्र } H_2SO_4} \text{कार्बन}$$

शर्करा से प्राप्त चारकोल कार्बन का शुद्ध रूप होने के कारण उसका उपयोग धातु ऑक्साइडों से धातु प्राप्त करने में किया जाता है। उदाहरण के लिए

$$\underset{\text{जिंक ऑक्साइड}}{ZnO} + \underset{\text{कार्बन}}{C} \longrightarrow \underset{\text{जिंक}}{Zn} + \underset{\text{कार्बन मोनोक्साइड}}{CO}$$

क्रियाकलाप 3

एक चम्मच में थोड़ी सी शक्कर लेकर उसे किसी भी ज्वाला पर तेज गर्म कीजिए। शक्कर के रंग में होने वाले परिवर्तन को देखिए एवम् निकलने वाली गैसों की गंध की पहचान कीजिए। काले अवशिष्ट को सूखने दीजिए। यह शर्करा चारकोल है।

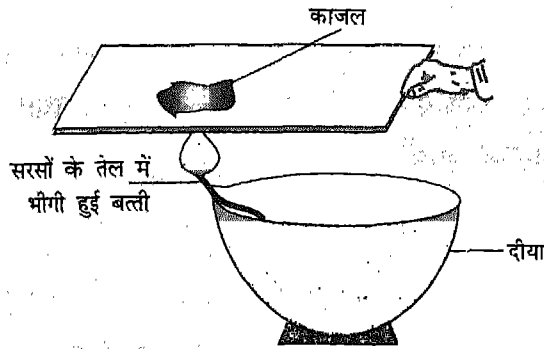
काजल

कार्बन के आधिक्य वाले पदार्थ, जैसे कि सरसों तेल, तारपीन का तेल, पेट्रोलियम तथा उसके अनेक उत्पादों का ऑक्सीजन की अनुपस्थिति अथवा कमी में दहन करने पर काजल प्राप्त होता है। जिसे कार्बन काजल भी कहते हैं। यह पाया गया है कि काजल ग्रेफाइट के अत्यंत छोटे कणों (क्रिस्टलों) से बना होता है।

शर्करा चारकोल के समान ही काजल बनाने के लिए आप निम्न क्रियाकलाप कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 4

एक दिये में सरसों का थोड़ा सा तेल लीजिए। इसमें एक बर्तिका डालिए तथा उसे तेल सोखने दीजिए। अब बर्तिका को जलाइए। कज्जली ज्वाला प्राप्त होती है। ज्वाला के कुछ ऊपर स्वच्छ, शुष्क कांच की एक पट्टिका अथवा वाच ग्लास रखिए (चित्र 7.12)। कुछ समय पश्चात् काँच की पट्टिका अथवा वाच ग्लास की ज्वाला की ओर वाली सतह को देखिए। उस पर गाढ़ा

काला पाउडर समान पदार्थ जमा हो जाता है। यह काजल है।

चित्र 7.12 काजल बनाना

काजल का सबसे महत्त्वपूर्ण उपयोग टायर एवम् प्लास्टिक के निर्माण में स्थाई पूरक के रूप में है। काजल का उपयोग स्याही तथा पेंट में काले वर्णक के रूप में भी होता है।

कोक

आप में से अधिकतर छात्र कोक से परिचित होंगे। यह कोयले के भंजक आसवन द्वारा बनाया जाता है। कोयले को गर्म करने पर उसमें उपस्थित गैसें एवम् अन्य पदार्थ निकल जाते हैं तथा कोक शेष रह जाता है। यह काले अवशिष्ट के रूप में होता है।

आप जानते हो कि कार्बन का ऑक्सीजन में दहन होकर बहुत अधिक मात्रा में ऊष्मा प्राप्त होती है। ऐसी अभिक्रियाओं को ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएं कहते हैं। प्रत्येक 12 ग्राम कार्बन को दहित करने पर कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) बनाता है, 400 किलोजूल ऊष्मा प्राप्त होती है। अत: कोक के रूप में कार्बन एक बहुत महत्त्वपूर्ण औद्योगिक ईंधन है। कोक का उपयोग करने का एक दूसरा लाभ यह है कि वह धुआँरहित ज्वाला के साथ जलता है। धातुओं को उनके ऑक्साइड एवम् सल्फाइड अयस्क से निष्कर्षण में कोक का व्यापक रूप से उपयोग होता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. अक्रिस्टलीय कार्बनों की संरचना कार्बन के क्रिस्टलीय रूप से किस प्रकार भिन्न है।
2. विभिन्न अक्रिस्टलीय कार्बनों के नाम लिखिए।
3. निम्न के उपयोग लिखिए:
   (अ) चारकोल (ब) अस्थिचारकोल (स) कोक।
4. आप घर पर शर्करा चारकोल कैसे बनाएंगे? उसे कार्बन का शुद्धतम रूप क्यों माना जाता है?
5. निम्न के बनाने की विधियाँ लिखिए:
   (अ) चारकोल (ब) काजल (स) कोक।
6. किसी कार्बनिक पदार्थ का वायु की अनुपस्थिति में पूर्ण दहन किया जाता है। इस अभिक्रिया में निम्नलिखित में से किस पदार्थ के बनने की संभावना है?
   (अ) ग्रेफाइट (ब) अक्रिस्टलीय कार्बन।
7. आप कैसे दर्शाएंगे कि काजल दहन करने पर केवल CO_2 बनाता है?

7.6 कार्बन के आक्सीजन के साथ यौगिक

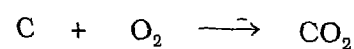
आक्सीजन से संयोग कर कार्बन दो महत्त्वपूर्ण यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) तथा कार्बन मोनोक्साइड (CO) बनाता है। आप में से अधिकतर छात्र इनसे परिचित होंगे। यहाँ हम कार्बन डाइऑक्साइड के बारे में कुछ विस्तार से अध्ययन करेंगे। कार्बन मोनो ऑक्साइड के बारे में विस्तार से आप आगे की कक्षाओं में पढ़ेंगे।

पौधे प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम में कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग करते हैं। प्राणी श्वसन में इस गैस का उत्सर्जन करते हैं। कार्बन मोनो ऑक्साइड के साथ यह गैस स्वचालित वाहनों से निकलने वाली गैसों में सम्मिलित रहती है। जीवाश्म ईंधनों के दहन तथा कार्बनिक द्रव्य के क्षय के दौरान भी यह गैस बनती है। शीतल पेयों की बोतल खोलने पर झाग के रूप में निकलने वाली गैस भी कार्बन डाइऑक्साइड ही है।

पृथ्वी के वायुमंडल में आयतन की दृष्टि से लगभग 0.03% कार्बन डाइऑक्साइड है। संपूर्ण कार्बन चक्र, जिसके बारे में आप पूर्व में पढ़ चुके हैं, कार्बन डाइऑक्साइड की इसी न्यून मात्रा पर है। जीवन प्रदान करने वाले मूल द्रव्यों को बनाने में CO_2 गैस की महत्त्वपूर्ण भूमिका है, यद्यपि वायुमंडल में इसकी मात्रा ऑर्गन से तीस गुनी कम होती है।

प्रकृति में संतुलन, विशेषकर ऑक्सीजन का, बनाए रखने के लिए वायुमंडल से CO_2 का लगातार निष्कासन आवश्यक है। यह कई प्रक्रमों द्वारा होता है जिनमें पौधों द्वारा प्रकाश संश्लेषण एक है।

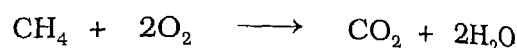
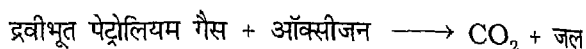
वायु (ऑक्सीजन) की समुचित आपूर्ति में कार्बन का दहन होने पर कार्बन डाइऑक्साइड बनती है। उदाहरणार्थ,

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

कार्बन (कोल से) (वायु से)

प्राकृतिक गैस अथवा द्रवीभूत पेट्रोलियम गैस का घरों में ईंधन के रूप में दहन होने पर कार्बन डाइऑक्साइड बनती है।

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

मेथैन (वायु से)

द्रवीभूत पेट्रोलियम गैस + ऑक्सीजन $\longrightarrow$ CO_2 + जल

इन प्रक्रमों में उत्पन्न ऊष्मा का व्यापक पैमाने पर उपयोग गर्म करने, खाना पकाने तथा अन्य अनेक कार्यों में किया जाता है।

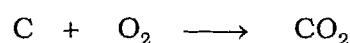
कार्बन डाइऑक्साइड का बनाना

कार्बन डाइऑक्साइड विभिन्न विधियों द्वारा बनाई जा सकती है जिनमें कुछ इस प्रकार हैं:

1. कार्बन या कार्बनिक यौगिकों का वायु में दहन करके :

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

कार्बन ऑक्सीजन कार्बन डाइऑक्साइड

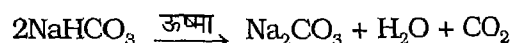
$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

मेथैन कार्बन डाइऑक्साइड

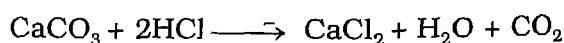
2. कुछ कार्बोनेटों एवम् बाईकार्बोनेटों को उच्च ताप तक गर्म करके :

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CaO + CO_2$$

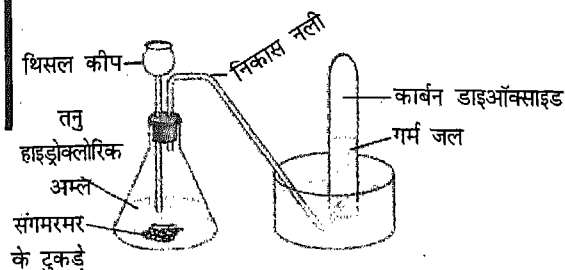
कैल्सियम कार्बोनेट कैल्सियम ऑक्साइड

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

सोडियम बाईकार्बोनेट सोडियम कार्बोनेट जल

3. प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड का विरचन संगमरमर (कैल्सियम कार्बोनेट, $CaCO_3$, का एक रूप) के टुकड़ों की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा किया जा सकता है।

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

कैल्सियम कार्बोनेट हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कैल्सियम क्लोराइड जल कार्बन डाइऑक्साइड

क्रियाकलाप 5

चित्र 7.13 में दर्शाए अनुसार उपकरण लगाइए।

चित्र 7.13 प्रयोगशाला में CO_2 का विरचन

संगमरमर के टुकड़ों पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्सर्जित होती है। वायु से भारी होने के कारण इसे वायु का नीचे की ओर विस्थापन द्वारा अथवा जल विस्थापन विधि द्वारा इकट्ठा किया जा सकता है।

भौतिक गुणधर्म

कार्बन डाइऑक्साइड रंगरहित तथा गंधरहित गैस है। यह वायु से भारी है। यह जल में अल्प मात्रा में विलेय है। किसी गैस की जल में विलेयता ताप बढ़ने के साथ घटती है, अतः प्रयोगशाला में इसे गुनगुने पानी को विस्थापित करके भी इकट्ठा किया जा सकता है। CO_2 की पानी में विलेयता दाब बढ़ाने पर बढ़ती है। वातित शीतल पेयों में कार्बन डाइऑक्साइड घुली होती है जो बोतल को खोलने पर उफान के साथ निकलती है। ठोस कार्बन डाइऑक्साइड बर्फ के समान दिखती है। अतः इसे शुष्क बर्फ कहा जाता है। शुष्क बर्फ बिना द्रव रूप में बदले, ऊर्ध्वपातित होकर कार्बन डाइऑक्साइड गैस में बदल जाती है।

रासायनिक गुण

1. कार्बन डाइऑक्साइड को जल में विलेय करने पर, कुछ गैस जल से अभिक्रिया कर कार्बोनिक अम्ल (H_2CO_3) बनाती है। यह विलयन दुर्बल अम्लीय होता है। यह नीले लिटमस को लाल कर देता है। अप्रदूषित वर्षा जल तथा प्रयोगशाला में कुछ समय तक रखे हुए आसुत जल में वायु से प्राप्त CO_2 घुली होती है। कार्बोनीकृत शीतल पेयों में अपेक्षाकृत अधिक CO_2 होती है क्योंकि इनमें गैस को अधिक दाब पर विलेय किया जाता है।

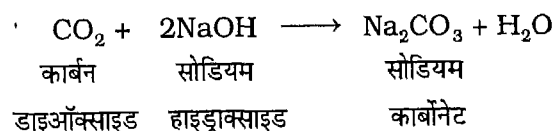
क्रियाकलाप 6

तीन स्वच्छ परखनलियों में क्रमशः 5 mL वर्षा जल, आसुत जल तथा शीतल पेय लीजिए। प्रत्येक में नीले लिटमस कागज का एक-एक टुकड़ा डालिए। कुछ समय पश्चात् परखनलियों में डाले लिटमस कागज के रंगों का प्रेक्षण कीजिए। आपको क्या दिखाई देता है?

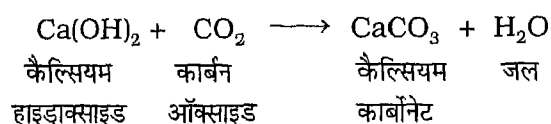
2. कार्बन डाइऑक्साइड न तो स्वयं जलती है और न ही ज्वलन में सहायक है। इस गुण का उपयोग आग बुझाने वाले CO_2 प्रकार के अग्निशामक यंत्रों की रचना में किया जाता है।

3. कार्बन डाइऑक्साइड, अम्लीय ऑक्साइड होने के कारण, क्षारों से अभिक्रिया कर लवण एवम् जल बनाती है।

$$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

कार्बन डाइऑक्साइड   सोडियम हाइड्राक्साइड   सोडियम कार्बोनेट

4. कार्बन डाइऑक्साइड गैस को ताजे बने चूने के पानी में प्रवाहित करने पर अविलेय कार्बोनेट बनता है जो विलयन को दूधिया रंग प्रदान करता है।

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

कैल्सियम हाइड्राक्साइड	कार्बन ऑक्साइड	कैल्सियम कार्बोनेट	जल

क्रियाकलाप 7

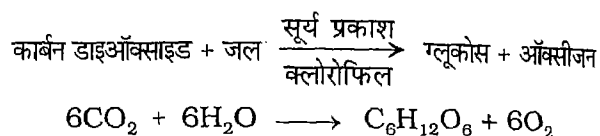
थोड़े से कैल्सियम ऑक्साइड (सफेद ठोस) को जल की अल्प मात्रा में घोलकर तथा घोल को छानकर ताजा चूने का पानी बनाइए। कार्बन डाइऑक्साइड से भरे एक गैस जार में चूने के पानी की लगभग 5 mL मात्रा डालिए। कैल्सियम कार्बोनेट बनने के कारण विलयन दूधिया हो जाता है।

चूने के पानी (कैल्सियम हाइड्राक्साइड) तथा CO_2 के बीच होने वाली रासायनिक अभिक्रिया के फलस्वरूप कैल्सियम कार्बोनेट का अवक्षेप (एक ठोस निलंब जो अभिक्रिया पात्र के तल में क्रमशः जमा होता जाता है) बनता है।

किंतु यदि इस निलंब में कार्बन डाइऑक्साइड का प्रवाह जारी रखा जाए, तो अवक्षेप विलयन में घुलकर एक पारदर्शक द्रव बनाता है। यह कैल्सियम हाइड्रोजन कार्बोनेट [$Ca(HCO_3)_2$] के बनने के फलस्वरूप होता है।

5. पृथ्वी पर जीवन के लिए अनिवार्य प्रक्रम प्रकाश संश्लेषण में CO_2 तथा जल मिलकर ग्लूकोस का संश्लेषण करते हैं। यह प्रक्रम पौधों के हरे पत्तों में होता है तथा इसके लिए ऊर्जा सूर्यप्रकाश से प्राप्त होती है। यह प्रकाश-रासायनिक अभिक्रिया है।

$$\text{कार्बन डाइऑक्साइड} + \text{जल} \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{सूर्य प्रकाश}} \text{ग्लूकोस} + \text{ऑक्सीजन}$$

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

कार्बन डाइऑक्साइड के उपयोग

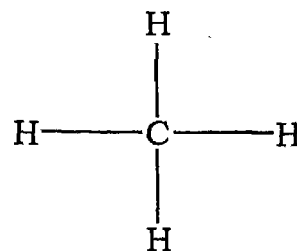
कार्बन डाइऑक्साइड के महत्त्वपूर्ण उपयोगों में से कुछ नीचे दिए गए हैं:

1. शीतल पेयों को तीखा स्वाद प्रदान करने के लिए इन्हें CO_2 से वातित किया जाता है।
2. शुष्क बर्फ के रूप में इसका उपयोग प्रशीतक के रूप में किया जाता है।
3. इसका उपयोग सोडियम कार्बोनेट एवम् सोडियम बाइकार्बोनेट के व्यापारिक निर्माण में किया जाता है।
4. पौधे इसका उपयोग प्रकाश संश्लेषण द्वारा भोजन के संश्लेषण में करते हैं।
5. कार्बन डाइऑक्साइड अग्निशामक के रूप में उपयोगी है क्योंकि यह दहन में सहायता नहीं करती है। चूंकि यह वायु से भारी है अतः अग्नि के चारों ओर कार्बन डाइऑक्साइड की एक परत बन जाती है। इससे ऑक्सीजन जलते हुए द्रव्य के संपर्क में नहीं आ पाती हैं। अतः आग बुझ जाती है।
6. कार्बन डाइऑक्साइड जल में घुलनशील है एवम् घुलकर कार्बोनिक अम्ल (H_2CO_3) बनाती है। कार्बोनिक अम्ल कार्बोनेट जैसे लवण बनाता है जो महत्त्वपूर्ण खनिजों के रूप में मिलते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. 24 g कार्बन का ऑक्सीजन की समुचित मात्रा में दहन किया गया। इससे कितनी CO_2 बनेगी (C=12, O=16)?
2. कार्बन एवम् ऑक्सीजन के बीच होने वाली अभिक्रिया के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।
3. इस तथ्य को ध्यान में रखकर कि CO_2वायु से भारी है, उसका कोई उपयोग लिखिए।
4. शुष्क बर्फ क्या है? इसका उपयोग बताइए।
5. चूने के पानी में CO_2 प्रवाहित करने पर वह दूधिया क्यों हो जाता है?
6. CO_2 एवम् H_2O के बीच होने वाली अभिक्रिया के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।
7. शीतल पेय की बोतल को खोलने पर झाग के साथ जो गैस निकलती है, उसका नाम लिखिए।
8. ऐसे तीन पदार्थों के नाम लिखिए जिनसे CO_2 बनाई जा सकती है।

7.7 कार्बन एवम् हाइड्रोजन के यौगिक

अधिकांश तत्वों के परमाणुओं के विपरीत कार्बन परमाणु आपस में (एक दूसरे के बीच) प्रबल बंध बना सकते हैं। कार्बन परमाणुओं की प्रबल बंध बना सकने की इस क्षमता के कारण कार्बन लंबी शृंखलाओं वाले अणुओं का निर्माण कर सकता है। केवल कार्बन एवम् हाइड्रोजन के यौगिकों की संख्या लाखों में है। आप जानते हैं कि इन्हें हाइड्रोकार्बन कहते हैं। सरलतम हाइड्रोकार्बन मेथैन है। इसमें केवल एक परमाणु होता है। एथेन, प्रोपेन एवम् ब्यूटेन हाइड्रोकार्बनों के अन्य उदाहरण हैं जिनमें क्रमशः 2, 3 एवम् 4 कार्बन परमाणु उपस्थित हैं। कमरे के ताप पर ये सभी गैसीय अवस्था में पाए जाते हैं। इन्हें ऐल्केन कहते हैं। मेथैन का अणुसूत्र CH_4 है। मेथैन के अणु में कार्बन के एक परमाणु से हाइड्रोजन के 4 परमाणु जुड़े रहते हैं (चित्र 7.14)।

चित्र 7.14 मेथैन का अणु

मेथैन की प्राप्ति

विभिन्न परिस्थितियों में मेथैन गैस प्राकृतिक रूप से बनती है। भूपर्पटी के अंदर उपस्थित अवायवीय बैक्टीरिया भूगर्भीय परिस्थितियों में कार्बनिक द्रव्य का अपघटन कर प्राकृतिक गैस बनाते हैं। प्राकृतिक गैस में मुख्यतः मेथैन होती है। मेथैन दलदली भूमि में भी पाई जाती है। अतः इसे मार्श गैस भी कहते हैं। मेथैन कोयला खानों में इकट्ठी हो जाती है जिससे विस्फोट एवम् आग लगने की घटनाएं हो सकती हैं। खान कर्मियों की सुरक्षा के लिए सर हंफ्री डेवी ने खानों के भीतर प्रकाश की व्यवस्था करने के लिए एक सुरक्षा लेंप विकसित किया जिसे डेवी का सुरक्षा लेंप कहते हैं।

मेथैन का विरचन

प्रयोगशाला में मेथैन, अनार्द्र सोडियम ऐसीटेट (CH_3COONa) को सोडा लाइम [सोडियम हाइड्रॉक्साइड (कास्टिक सोडा) तथा कैल्सियम ऑक्साइड (CaO)] के साथ गर्म कर बनाई जाती है।

सर हंफ्री डेवी

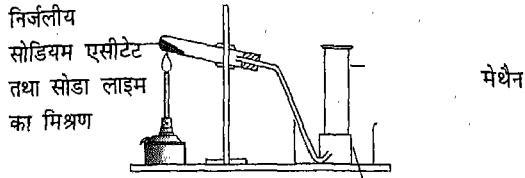
डेवी का जन्म पेन्जेन्स में 1778 में हुआ था। डेवी एक शल्य चिकित्सक के यहाँ प्रशिक्षु थे तथा 19 वर्ष की उम्र में विज्ञान के अध्ययन के लिए क्रिस्टल गए। वहां उन्होंने गैसों का अध्ययन किया। उन्होंने नाइट्रस ऑक्साइड गैस बनाई एवम् उसका अंत: श्वसन स्वयं किया एवम् अपने मित्रों को भी कराया, जिनमें सेमुअल टेलर कोलरिज भी सम्मिलित थे।

1800 में उन्होंने अपने प्रयोग के परिणामों को "रिसर्च केमिकल एंड फिलोसोफिकल" नामक जर्नल में प्रकाशित किया। इससे उनका सम्मान बढ़ा तथा अगले वर्ष ही उन्हें "रॉयल इन्स्टीट्यट" में रसायन शास्त्र के सहायक व्याख्याता के पद पर नियुक्त किया गया। वहां उन्हें बड़ी सफलता मिली। शीघ्र ही उनके व्याख्यान लंदन के समाज के लिए एक बड़ा आकर्षण बन गए। सिनेमा हालों के बजाय रायल संस्था के व्याख्यानों में उपस्थित होना एक शौकीन विकल्प बन गया। 1803 में वे रायल सोसायटी के सदस्य (फेलो) बनाए गए तथा 1805 में उन्हें कॉपले "पदक" प्रदान किया गया। डेवी ने 1807 में सोडियम एवम् पोटैशियम सहित अन्य रासायनिक तत्वों की खोज की तथा क्लोरीन एवम् उसके ऑक्साइडों का अध्ययन किया। 1812 में नाइट की पदवी से सम्मानित डेवी के लिए नेपोलियन ने 1813 से 1815 के बीच संपूर्ण फ्रांस की यात्रा की व्यवस्था की जिसके दौरान उन्होंने तत्व '×' की खोज की जिसे बाद में आयोडीन कहा गया।

सन् 1815 में उन्हें न्यू कासिल के खान कर्मियों की ओर से एक पत्र मिला जिसमें खान कर्मियों ने खानों में काम करते समय मेथैन गैस से होने वाले खतरों की चर्चा की। खानें बहुधा इस गैस से भर जाती थीं जो खान कर्मियों को प्रकाश के लिए उनके हेलमेट में बंधी मोमबत्ती से चिंगारी पकड़ लेती थी। परिणामस्वरूप लगने वाली आग एवम् विस्फोट से अनेक लोगों की मृत्यु हो जाती थी। बहुत से व्यक्ति इसके हल का प्रयास कर रहे थे। एक आयरिश नागरिक क्लेनी ने कुछ वर्षों पूर्व एक जटिल लेंप बनाया था लगभग उसी समय रेलवे इंजीनियर जार्ज स्टीफेन्सन ने भी स्वतंत्र रूप से एक अन्य लेंप विकसित किया था। डेवी द्वारा विकसित लेंप जिसे "डेवी का सेफ्टी लेंप" कहा गया, बाद में व्यापक रूप से प्रयुक्त किया जाने लगा।

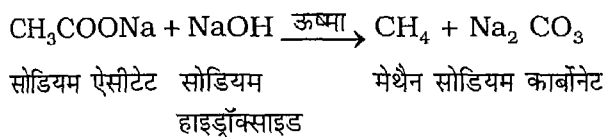
सन् 1818 में उन्हें बैरोनेट की पदवी दी गई एवम् 1820 में वे रायल सोसायटी के अध्यक्ष बने। उनकी मृत्यु 1829 में हुई।

क्रियाकलाप 8

उपकरण को चित्र 7.15 में दर्शाए अनुसार लगाइए।

चित्र 7.15 मेथैन का विरचन

सोडियम एसीटेट तथा सोडा लाइम के मिश्रण को गर्म करने पर निम्न रासायनिक अभिक्रिया होती है:

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_4 + Na_2CO_3$$

सोडियम ऐसीटेट सोडियम हाइड्रॉक्साइड मेथैन सोडियम कार्बोनेट

जल में अविलेय होने के कारण, मेथैन को जल के नीचे की ओर विस्थापन द्वारा गैस जार में इकट्ठा किया जाता है।

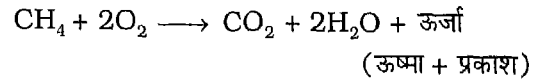
भौतिक गुण

मेथैन एक रंगरहित गैस है। यह विषैली नहीं है। यह वायु से हल्की है। यह जल में अविलेय है। यह ग्रीनहाउस प्रभाव पैदा करती है। संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) मुख्यत: मेथैन होती है। CNG को भंडारण एवम् वितरण के लिए सिलिंडरों में भरा जा सकता है।

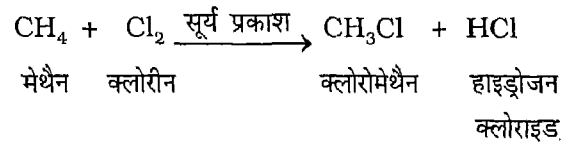
रासायनिक गुण

(i) मेथैन, वायु में नीली ज्वाला के साथ आसानी से जलती है। इस प्रक्रम में वह 55,000 किलोजूल प्रति किलोग्राम ऊष्मा उत्पन्न करती है। ऊष्मा के अतिरिक्त, इस अभिक्रिया में प्रकाश भी उत्पन्न होता है। इस अभिक्रिया के उत्पाद कार्बन डाइऑक्साइड एवम् जल हैं।

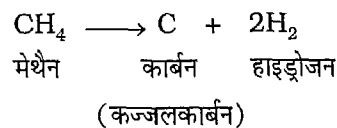
$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{ऊर्जा}$$

(ऊष्मा + प्रकाश)

(ii) मेथैन बहुत क्रियाशील गैस नहीं है। किंतु सूर्यप्रकाश में वह क्लोरीन गैस से अभिक्रिया करती है। मेथैन में उपस्थित हाइड्रोजन परमाणुओं में से एक, दो, तीन अथवा चारों को ही क्लोरीन परमाणुओं द्वारा विस्थापित किया जा सकता है।

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्य प्रकाश}} CH_3Cl + HCl$$

मेथैन क्लोरीन क्लोरोमेथैन हाइड्रोजन क्लोराइड

(iii) अन्य हाइड्रोकार्बनों के समान, मेथैन को भी 1000°C ताप पर आक्सीजन की अनुपस्थिति में दहन करने पर कार्बन कज्जल बनता है जो कार्बन का अति शुद्ध रूप है।

$$CH_4 \longrightarrow C + 2H_2$$

मेथैन कार्बन (कज्जलकार्बन) हाइड्रोजन

मेथैन के उपयोग

1. मेथैन का उपयोग घरों एवम् उद्योगों दोनों में गर्म करने के लिए स्वच्छ ईंधन के रूप में किया जाता है।
2. आजकल इसका व्यापक रूप से उपयोग स्वचालित वाहनों विशेषकर बसों, कारों एवम् आटो रिक्शाओं को चलाने के लिए किया जा

रहा है। बायोगैस संयंत्रों से प्राप्त मेथैन का उपयोग गर्म करने, प्रकाश देने एवम् भोजन पकाने के लिए किया जाता है। शेष अवशिष्ट का उपयोग कार्बनिक उर्वरक के रूप में किया जाता है।

3. आप में से कुछ ने स्वचालित वाहनों में CNG (संपीड़ित प्राकृतिक गैस) से भरे सिलिंडर लगे देखे होंगे। इन सिलिंडरों को आसानी से पुनः भरा जा सकता है। CNG के उपयोग से महानगरों की वायु में कार्बन डाइऑक्साइड, अदहित कार्बन कणों तथा सल्फर एवम् नाइट्रोजन के ऑक्साइडों की प्रतिशत मात्रा में कमी वायु प्रदूषण को नियंत्रित करने में कुछ सफलता प्राप्त हुई है।
4. यह काजल (कज्जल कार्बन) बनाने के लिए उपयोग में आता है। काजल के उपयोगों से आप परिचित हैं।
5. मेथैन का उपयोग बहुत बड़ी संख्या में कार्बनिक यौगिकों, जो घरेलू एवम् औद्योगिक उद्देश्यों के लिए व्यापक रूप से प्रयुक्त होते हैं, के निर्माण में किया जाता है।
6. मेथैन पर ताप की क्रिया से उत्पन्न हाइड्रोजन का उपयोग हॉबर विधि द्वारा अमोनिया के निर्माण में किया जाता है।

इनके उत्तर दीजिए

1. मेथैन को मार्श गैस भी क्यों कहते हैं?
2. मेथैन का अणु द्रव्यमान बताइए।
3. मेथैन के अणु में हाइड्रोजन के दो परमाणुओं का क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापन करने पर बनने वाले यौगिक का रासायनिक सूत्र लिखिए।
4. मेथैन का ऑक्सीजन में दहन करने पर होने वाली अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।
5. मेथैन से कज्जल कार्बन कैसे बनाया जाता है?
6. मेथैन के उपयोग लिखिए।

प्रमुख शब्द

मार्श गैस, हीरा, ग्रेफाइट, फुलरीन, स्नेहक, सरकती परतें, बकीबाल, सी.एन.जी., प्राकृतिक गैस, अपरूपक, अपररूपता, क्रिस्टलीय, अक्रिस्टलीय, ऊष्मीय चालकता, कार्बन चक्र, कोक, कज्जल कार्बन (काजल), भंजक आसवन।

सारांश

- कार्बन एक अधात्वीय तत्व है जिसे संकेत 'C' द्वारा व्यक्त किया जाता है।
- कार्बन अपररूपता दर्शाता है।
- कार्बन क्रिस्टलीय एवम् अक्रिस्टलीय दोनों रूपों में पाया जाता है।
- हीरा एवम् ग्रेफाइट कार्बन के क्रिस्टलीय रूप हैं।

- कज्जल कार्बन, चारकोल (कोयला), अस्थि चारकोल, शर्करा चारकोल तथा कोक कार्बन के अक्रिस्टलीय रूप हैं।
- कार्बन के सभी अपररूप बहुत उपयोगी पदार्थ हैं।
- हीरे की संरचना दृढ़ होती है। ग्रेफाइट में कार्बन परमाणु परतों में व्यवस्थित रहते हैं। ये परतें एक दूसरे से ढीली (कम मजबूती से) जुड़ी रहती हैं अर्थात् ग्रेफाइट में कार्बन की परतें एक दूसरे पर फिसल सकती हैं।
- हीरा प्राकृतिक रूप से जाने वाले पदार्थों में सबसे कठोर है जबकि ग्रेफाइट बहुत कोमल (मृदु) होता है।
- फुलरीन, कार्बन के अपररूपक हैं। इनके अणुओं में 60, 70, 90 अथवा 120 कार्बन परमाणु हो सकते हैं। फुलरीन भविष्य के द्रव्य हैं।
- कार्बन डाइऑक्साइड एक ग्रीनहाउस गैस है। यह हमारे लिए अनेक प्रकार से उपयोगी है।
- कार्बन डाइऑक्साइड ताजे बने चूने के पानी को दूधिया कर देती है।
- मेथैन सरलतम हाइड्रोकार्बन है जिसमें प्रत्येक कार्बन परमाणु चार हाइड्रोजन परमाणुओं से जुड़ा रहता है।
- दलदली भूमि एवम् कोयला खदानों में मेथैन पाई जाती है।
- मेथैन बहुत उपयोगी गैस है। गर्म करने के लिए सुरक्षित ईंधन के रूप में इसका उपयोग किया जाता है। संपीडित प्राकृतिक गैस में मुख्यत: मेथैन होती है। आजकल इसका उपयोग स्वचालित वाहनों में किया जा रहा है। यह एक महत्त्वपूर्ण घरेलू एवम् औद्योगिक ईंधन है।

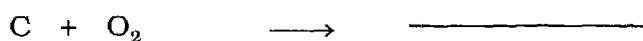
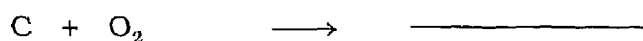
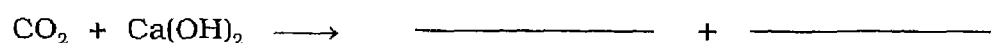
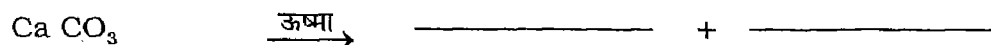
अभ्यास

1. ऐसे पाँच कार्बनिक एवम् पाँच अकार्बनिक पदार्थों के नाम लिखिए, जिनमें कार्बन उपस्थित है।
2. हीरा एवम् ग्रेफाइट की संरचना बताइए। समझाइए कि ग्रेफाइट, कोमल एवम् हीरा प्रकृति में पाया जाने वाला कठोरतम पदार्थ क्यों है?
3. खाली स्थान भरिए:
   ग्रेफाइट में, प्रत्येक कार्बन परमाणु अन्य ________ कार्बन परमाणुओं से जुड़ा रहता है, जबकि हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु अन्य ________ कार्बन परमाणुओं से जुड़ा है।

4. हीरे एवम् ग्रेफाइट के महत्त्वपूर्ण उपयोग लिखिए।
5. "कोयले के दहन से कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है" इसे दर्शाने के लिए किए गए प्रयोग का स्वच्छ नामांकित आरेख बनाइए।
6. "फुलरीन" क्या हैं? इनके संभावित उपयोग क्या हैं?
7. अपररूपता क्या है? हीरा एवम् ग्रेफाइट के गुणों की तुलना करने के लिए एक सारणी बनाइए।
8. कार्बन के क्रिस्टलीय एवम् अक्रिस्टलीय रूपों के दो-दो उदाहरण लिखिए।
9. एक, दो, तीन एवम् चार कार्बन परमाणुओं वाले हाइड्रोकार्बनों के नाम लिखिए।
10. चारकोल का शुद्धतम रूप क्या है? अस्थि चारकोल के कोई दो उपयोग लिखिए।
11. कार्बन चक्र के विभिन्न स्तर दर्शाने के लिए एक स्वच्छ नामांकित आरेख बनाइए।
12. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को पूर्ण कीजिए:

    $C + O_2 \longrightarrow$ ______________
    हीरा

    $C + O_2 \longrightarrow$ ______________
    ग्रेफाइट

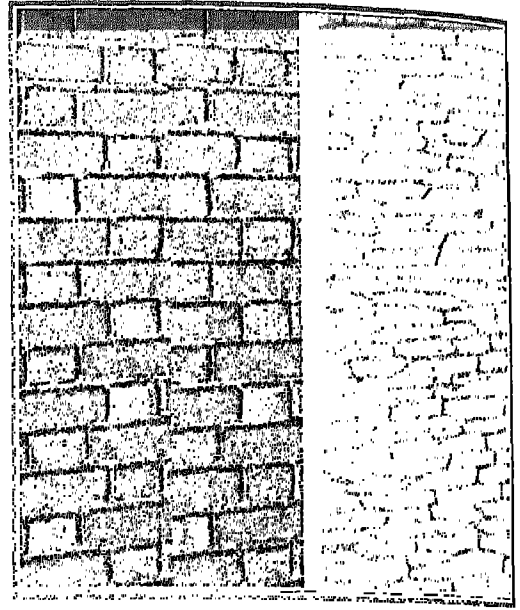
    $CaCO_3 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}}$ ______________ + ______________

    $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow$ ______________ + ______________
    चूने का पानी

13. निम्नलिखित सभी प्रश्नों के उत्तर एक या दो शब्दों में दीजिए:
    (i) कौन-सा तत्व सभी सजीवों में उपस्थित रहता है?
    (ii) कौन-सी गैस प्राकृतिक गैस एवम् बायो गैस दोनों में उपस्थित रहती है?
    (iii) हाइड्रोकार्बनों का वायु में दहन करने पर कार्बन डाइऑक्साइड के अतिरिक्त कौन-सा पदार्थ बनता है?
    (iv) पृथ्वी के नीचे मृत जीवों से बने किसी भी ईंधन को क्या नाम दिया गया है?
    (v) 60 कार्बन परमाणुओं वाले पदार्थ का नाम क्या है?
14. प्रयोगशाला में मेथैन गैस बनाने की विधि का स्वच्छ नामांकित आरेख बनाइए। मेथैन का अणुसूत्र लिखिए इसके कोई दो उपयोग बताइए।
15. किसी कार्बोनेट अथवा बाईकार्बोनेट से कार्बन डाइऑक्साइड कैसे प्राप्त की जा सकती है? प्रत्येक का एक-एक उदाहरण दीजिए। होने वाली अभिक्रियाओं के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।

16. सरलतम हाइड्रोकार्बन का रासायनिक सूत्र लिखिए। इसकी भौतिक अवस्था बताइए। प्रकृति में यह कहाँ पाया जाता है?
17. मेथैन के कोई तीन उपयोग लिखिए।
18. कॉलम 'A' में दिए गए कथनों के कॉलम 'B' में दिए गए कथनों से जोड़े बनाइए।

कालम 'A'	**कालम 'B'**
प्राकृतिक गैस में उपस्थित है	ग्रेफाइट
हीरा एवम् ग्रेफाइट	हीरा
फुलरीन	CO_2
स्नेहक के रूप में उपयोग होता है	CH_4
चाक, संगमरमर एवम् चूने के पत्थर	सोडियम बाईकार्बोनेट को गर्म करने पर प्राप्त
कठोरतम प्राकृतिक पदार्थ	कार्बन के अपररूप
CO_2	60 कार्बन परमाणुओं से बने
शुष्क बर्फ रूप में प्रयुक्त (लाइमस्टोन) में उपस्थित	कैल्सियम, कार्बन एवम् ऑक्सीजन के यौगिक

अध्याय 8

कोशिका— संरचना एवम् प्रकार्य

आप सजीवों के अभिलक्षणों का अध्ययन पिछली कक्षाओं में कर चुके हैं। आप जानते हैं कि सजीव भोजन ग्रहण कर उसका पाचन करते हैं, श्वसन, करते हैं एवम् अपशिष्ट पदार्थ उत्सर्जित करते हैं। वे अपने जैसी संतति उत्पन्न करते हैं। यह प्रकार्य जीव के विभिन्न अंगों द्वारा संपादित होते हैं। आप छोटे पुष्पी पौधे तथा किसी विशालकाय वृक्ष का प्रेक्षण कीजिए। दोनों में पत्तियाँ, शाखाएँ, तना एवम् जड़ होती हैं। जड़ भूमिगत होती है। आप गाय, भैंस, हाथी, कीट तथा पक्षी इत्यादि प्राणियों को भी देखते हैं। सिर, आँख, हाथ, पैर एवम् पंख इत्यादि इनके शरीर के विभिन्न भाग हैं। पौधों तथा जंतुओं के शरीर के ये भाग अंग कहलाते हैं। प्रत्येक अंग विशिष्ट कार्य करते हैं। उदाहरणत: पत्तियाँ भोजन का संश्लेषण तथा जड़ पौधे को भूमि में आधार प्रदान करती हैं। जंतुओं में मुँह भोजन का अंतर्ग्रहण तथा अन्य अंग पाचन में सहायक हैं। फेफड़े श्वसन में सहायता करते हैं।

सजीवों के विभिन्न अंगों की संरचना में भिन्नता होते हुए भी उनमें कुछ आधारभूत समानताएँ हैं। वास्तव में प्रत्येक अंग ऊतक एवम् कोशिकाओं का बना होता है। कक्षा VII में आप सजीव जगत में संगठन का अध्ययन कर चुके हैं। संगठन के अधिक्रम में विभिन्न स्तर होते हैं। कोशिकाएं निम्न स्तरीय संगठन का प्रतिनिधित्व करती हैं, जिसे कोशिकीय स्तर कहते हैं।

इस अध्याय में हम कोशिकाओं के बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे। किसी भी जीव की संरचना एवम् प्रकार्यों को समझने के लिए उसकी कोशिका की संरचना एवम् प्रकार्यों का ज्ञान होना आवश्यक है।

8.1 कोशिकाएँ – सभी जीवों में पाई जाती हैं

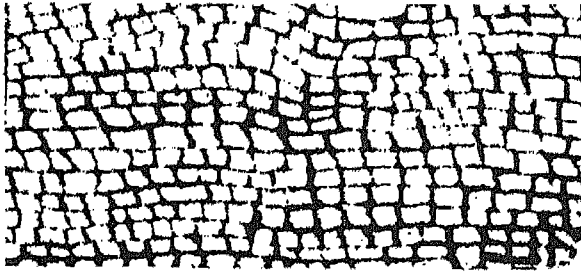
चित्र 8.1 को देखिए। दर्शाए गए जीवों का अवलोकन कीजिए। क्या आप इन जीवों को पहचान सकते हैं।

चित्र 8.1 कुछ पौधे तथा जंतु

चित्र 8.2 (a) *किसी दीवार तथा* (b) *प्याज की झिल्ली के मूल खंड*

प्रत्येक जीव एवम् उनके विभिन्न भागों को पहचानने का प्रयास कीजिए। प्रत्येक जीव अपने जैसे जीवों का प्रतिनिधित्व करता है। प्रत्येक जीव एक दूसरे से भिन्न हैं। इन जीवों के शारीरिक भाग भी आकृति एवम् आमाप में भिन्न होते हैं। परंतु इन भिन्नताओं के होते हुए भी विभिन्न जीवों में उनके प्रकार्य समान होते हैं। उदाहरणत: भोजन का अंतर्ग्रहण, श्वसन एवम् प्रजनन। अत: उनकी संरचना एवम् प्रकार्यों में समानता है। आकृति एवम् आमाप में भिन्नता के बावजूद मुँह भोजन के अंतर्ग्रहण एवम् पत्तियाँ भोजन के संश्लेषण में सहायक होती हैं।

याद रखिए कि जिस प्रकार ईंट किसी भवन की इकाई होती है, उसी भांति कोशिका भी किसी जीव की मूल संरचनात्मक इकाई है (चित्र 8.2)। जिस प्रकार विभिन्न भवन एक दूसरे से भिन्न होते हैं, उसी प्रकार सजीव भी एक दूसरे से भिन्न होते हैं। परंतु दोनों में ही संरचनात्मक इकाई होती है। सजीवों में इकाई (कोशिका) की संरचना निर्जीवों (ईंट) की अपेक्षा अत्यंत जटिल होती है। जीवन की उत्पत्ति के समय से ही कोशिकाएं सजीवों की **संरचनात्मक इकाई** रही हैं। परंतु हज़ारों वर्षों तक कोशिकाओं का अध्ययन नहीं किया जा सका। इसका मुख्य कारण उनका सूक्ष्म आकार था। कोशिकाएं इतनी छोटी होती हैं कि वह किसी युक्ति की सहायता के बिना दिखाई नहीं देतीं। सत्रहवीं शताब्दी में रॉबर्ट हुक नामक वैज्ञानिक जब सूक्ष्मदर्शी की सहायता से कार्क के (स्लाइस) का प्रेक्षण कर रहे थे तब उन्होंने सूक्ष्म संरचनाओं के लिए "कोशिका" (सेल) शब्द का उपयोग किया। इससे पूर्व सूक्ष्म वस्तुओं को देखने के लिए लेंसों का उपयोग किया जाता था। कालांतर में लेंसों को संयोजित कर सूक्ष्मदर्शी नामक उपकरण का उपयोग वस्तुओं के आवर्धित बिंब देखने में किया जाने लगा। पिछली चार शताब्दियों में सूक्ष्मदर्शी में सुधार के साथ उसकी आवर्धन क्षमता में वृद्धि हुई है। अब हम सूक्ष्मदर्शी द्वारा वस्तु के एक मिलीमीटर के हजारवें भाग (10^{-6} m अर्थात् 10 μm) को

रॉबर्ट हुक एक वैज्ञानिक थे, जिन्हें लेंसों के प्रयोग का बहुत अनुभव था। उन्हें लेंसों तथा उनके उपयोग में विशेष रुचि थी। संग्रहाध्यक्ष के पद पर कार्य करते समय उन्हें 'रॉयल सोसाइटी ऑफ लंदन' में कुछ प्रयोगों को प्रदर्शित करने का अवसर प्राप्त हुआ। वह कुछ नया कर दिखाना चाहते थे। लेंस की आवर्धन क्षमता को प्रदर्शित करने के लिए उन्होंने सरल सूक्ष्मदर्शी का संयोजन किया। उन्होंने अपने सूक्ष्मदर्शी द्वारा कार्क का टुकड़ा देखा। कार्क के मोटा व ठोस होने के कारण वह इसकी विस्तृत संरचना नहीं देख सके। उन्होंने कार्क के महीन कतले (स्लाइस) काटे तथा सूक्ष्मदर्शी की सहायता से उसका अध्ययन किया। कार्क वृक्षों की छाल से बनता है। कार्क की पतली स्लाइस में दृढ़ भित्ति द्वारा सीमाबद्ध सूक्ष्म स्थान देख कर वह अत्यंत रोमांचित हुए। उसमें उन्होंने मधुमक्खी के छत्ते जैसी आकृतियाँ देखीं। उन्होंने इन कोष्ठों को 'सेल (कोशिका)' का नाम दिया (चित्र 8.3)।

चित्र 8.3 रॉबर्ट हुक द्वारा सूक्ष्मदर्शी से देखी गई कार्क की काट

सुगमता से देख सकते हैं। इससे वैज्ञानिकों को कोशिकाओं की अति सूक्ष्म संरचना के अध्ययन में सहायता मिली है। कोशिकाओं के विभिन्न घटकों को पहचानने के लिए उन्हें रंजकों की सहायता से अभिरंजित करते हैं।

क्रियाकलाप 1

किसी आवर्धन लेंस की सहायता से अपनी त्वचा का प्रेक्षण कीजिए। आपको त्वचा की सतह पर उपस्थित छिद्र अपेक्षाकृत अधिक बड़े एवम् स्पष्ट दिखाई देंगे। बिना लेंस के केवल आँखों से यह उतने स्पष्ट नहीं दिखते।

इनके उत्तर दीजिए

1. सत्रहवीं शताब्दी से पूर्व कोशिकाओं को क्यों नहीं देखा जा सका?
2. रॉबर्ट हुक ने कार्क के पतले कतले का उपयोग क्यों किया?
3. हुक ने कार्क के कतले की संरचना का प्रदर्शन कहाँ किया?

8.2 कोशिका की आकृति एवम् आमाप में विविधता

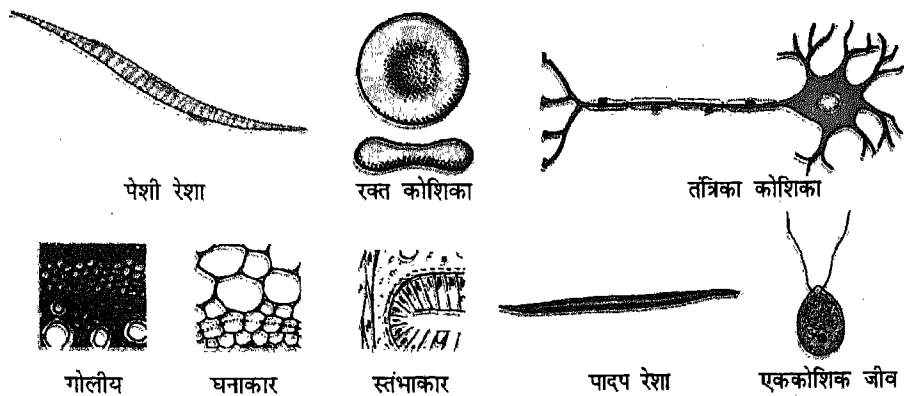
सजीवों में पाई जाने वाली कोशिकाओं की संख्या, आकृति एवम् आमाप में विविधता होती है। आइए, इन विविधताओं का अध्ययन करें। किसी जीव में केवल एक कोशिका हो सकती है जिसमें सभी जैव प्रक्रम एक ही कोशिका द्वारा संपादित होते हैं। कुछ अन्य जीवों में अनेक कोशिकाएं मिलकर विभिन्न प्रकार्य संपादित करती हैं। अमीबा, पैरामीशियम तथा जीवाणु जैसे जीवों का शरीर केवल एक कोशिका का बना होता है, इसलिए इन्हें एककोशिकीय जीव कहते हैं। दूसरे ओर वे जीव जिनमें अनेक कोशिकाएं होती हैं, बहुकोशिकीय जीव (अधिकतर पौधे एवम् जंतु) कहलाते हैं।

सारणी 8.1: सजीवों में पाई जाने वाली विभिन्न कोशिकाओं का औसत आमाप

क्रम संख्या	कोशिका का प्रकार	आमाप
1.	जीवित लाल रक्त कोशिका	1μm
2.	तंत्रिका कोशिका	1 मीटर से अधिक
3.	हरित शैवाल की कोशिका	10 cm
4.	शुतुरमुर्ग का अंडा	170 mm

वास्तव में बहुकोशिकीय जीव के शरीर में लाखों कोशिकाएं हो सकती हैं।

बहुकोशिकीय पौधों तथा जंतुओं में कोशिकाएं विभिन्न आकृति की हो सकती हैं। कोशिकाएं अधिकतर गोलाकार होती हैं। परंतु, उनकी आकृति में बहुत अधिक भिन्नता होती है। यह कोशिकाएं घनाकार, स्तंभाकार हो सकती हैं (चित्र 8.4)। कुछ जंतु कोशिकाएं लंबी तथा शाखान्वित (तंत्रिका कोशिका) होती हैं।

अधिकतर कोशिकाएं अति सूक्ष्म होती हैं जो सामान्यत: किसी युक्ति के बिना आँखों द्वारा दिखाई नहीं देतीं। कुछ सेंटीमीटर लंबी कोशिकाओं को भी केवल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है। सूक्ष्मतम कोशिका का आकार 0.1 माइक्रॉन (एक मिलीमीटर का हजारवाँ भाग) होता है जो **माइकोप्लैज्मा** जीवाणु में पाई जाती हैं। जंतुओं की पेशी कोशिका तथा जूट एवम् सन जैसे पौधों के रेशे की कोशिकाएं कुछ सेंटीमीटर लंबी होती हैं। आप मुर्गी के अंडे से भलीभांति परिचित हैं। अंडे के केंद्र में पीला पदार्थ होता है जिसे पीतक (योक) कहते हैं जो सफेद एल्ब्यूमिन से घिरा होता है। पीतक अथवा योक एक कोशिका है। यह उबले अंडे में स्पष्ट रूप से दिखाई देती हैं। शुतुरमुर्ग के अंडे का आमाप 170 mm होता है जो सर्वाधिक बड़ी कोशिका का प्रतिनिधित्व करती है जिसे बिना किसी युक्ति की सहायता से देखा जा सकता है। सारणी 8.1 में विभिन्न आकार की कोशिकाओं के बारे में कुछ सूचना निहित है।

चित्र 8.4 विभिन्न आकृति की कोशिकाएं

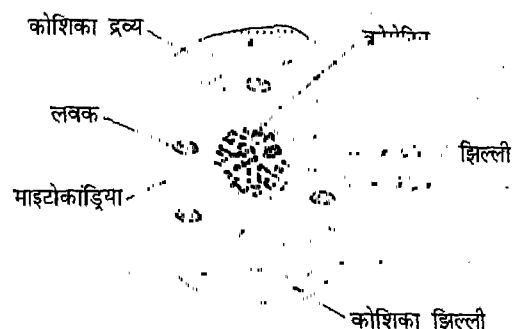
इनके उत्तर दीजिए

1. एक कोशिकीय जीवों को एककोशिक जीव भी कहते हैं (सत्य/असत्य)।
2. उन कोशिकाओं का नाम लिखिए जो शाखान्वित होती हैं।
3. किसी कोशिका को हम अपनी किसी युक्ति की बिना सहायता के आँखों द्वारा क्यों नहीं देख सकते हैं?

8.3 कोशिका की संरचना

अब तक आपको कोशिकाओं की संख्या, आकृति एवम् आमाप में विविधता की जानकारी प्राप्त हो गई है। इन विभिन्नताओं के बावजूद प्रत्येक कोशिका की निश्चित संरचना होती है तथा इसमें अन्य सूक्ष्म भाग होते हैं। यह भाग (संरचनाएं) कोशिकांग कहलाते हैं। इनमें से कुछ कोशिकांग सभी कोशिकाओं में समान रूप से पाए जाते हैं। हम प्रारूपिक कोशिका की संरचना का अध्ययन करेंगे। तत्पश्चात् हम पादप एवम् जंतु कोशिका में अंतर का अध्ययन करेंगे।

सभी कोशिकाएं एक झिल्ली द्वारा घिरी होती हैं जिसे **प्लैज़्मा झिल्ली** अथवा **कोशिका झिल्ली** कहते हैं। कोशिका झिल्ली के अंदर एक तरल पदार्थ भरा होता है जो **जीवद्रव्य** अथवा **प्रोटोप्लाज़्मा** (प्रोटो = आद्य, प्लैज़्मा = तरल) कहलाता है। कोशिका झिल्ली कोशिका के अंदर और उसके बाहर के माध्यम के बीच पदार्थों के आदान-प्रदान (विनिमय) को नियंत्रित करती है। पौधों की कोशिका में प्लैज़्मा झिल्ली के बाहर एक और परत होती है जिसे **कोशिका भित्ति** कहते हैं। कोशिका भित्ति दृढ़ संरचना है। कोशिका झिल्ली तथा कोशिका भित्ति दोनों ही संरचनाएं कोशिका को आकृति प्रदान करती हैं।

कोशिका द्रव्य के भार का 99% भाग चार तत्वों के यौगिकों का बना होता है। यह तत्व हैं: कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन एवम् आक्सीजन। इसमें अन्य तत्व भी उपस्थित होते हैं। विभिन्न तत्व निश्चित अनुपात में संयोजित होकर यौगिक बनाते हैं। इनमें से कुछ यौगिकों से आप परिचित हैं। जल, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, खनिज लवणों जैसे यौगिकों से आप परिचित हैं।

चित्र 8.5 प्रारूपिक कोशिका

यह तत्व एवम् यौगिक विशिष्ट अनुपात में मिलकर जीव द्रव्य को सजीवता प्रदान करते हैं। जीव द्रव्य में अनेक सूक्ष्म संघटक उपस्थित होते हैं, इन्हें **कोशिकांग** कहते हैं। अधिकतर कोशिकांग एक झिल्ली द्वारा सीमाबद्ध होते हैं। कोशिका के मध्य में प्राय: एक सघन एवम् गोलाकार रचना होती है जो केंद्रक (न्यूक्लियस) कहलाती है।

अधिकतर कोशिकाओं में केंद्रक, कोशिका के मध्य अथवा केंद्र में स्थित होता है। परंतु पादप कोशिकाओं में यह परिसीमा में भी स्थित हो सकता है। केंद्रक में उपस्थित तरल जीवद्रव्य को **न्यूक्लियोप्लैज़्म** या **केंद्रक द्रव्य** कहते हैं जो एक झिल्ली द्वारा घिरा होता है। इस झिल्ली को केंद्रकीय झिल्ली कहते हैं। केंद्रक कोशिकीय गतिविधियों को नियंत्रित करता है। इसमें बहुत महीन धागों की जाली जैसी आकृति दिखाई देती है जिसे क्रोमेटिन कहते हैं। संहत क्रोमेटिन गुण सूत्र बनाते हैं, जो आनुवंशिक

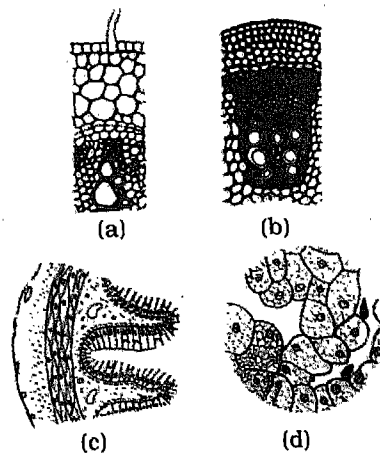
गुणों को एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्थानांतरित करने में सहायक होते हैं।

केंद्रक तथा कोशिका झिल्ली के बीच में उपस्थित प्रोटोप्लाज़्मा को कोशिका द्रव्य अथवा साइटोप्लैज़्म (साइटो = खाली, प्लैज़्म = द्रव) कहते हैं। कोशिका द्रव्य में उपस्थित अन्य कोशिकांग कण जैसे प्रतीत होते हैं। **प्लैस्टिड** अथवा **लवक** कोशिका में पाए जाने वाले बड़े-बड़े कोशिकांग हैं। यह पादप कोशिका में पाए जाते हैं। इनमें रंजक होते हैं। पौधों में पाए जाने वाले हरे लवक क्लोरोप्लास्ट कहलाते हैं। यह पौधों में खाद्य संश्लेषण में सहायता करते हैं। टमाटर का लाल रंग उसके लवक में उपस्थित लाल रंजक के कारण होता है।

सूक्ष्म छड़ के आकार की अथवा गोलाकार, कोशिकांग **माइटोकॉन्ड्रिया** कहलाते हैं। प्रत्येक माइटोकॉन्ड्रिया एक झिल्ली द्वारा सीमाबद्ध रहता है जो इसको कोशिका-द्रव्य से अलग करती है। यह कोशिका को विभिन्न प्रकार्यों के लिए ऊर्जा प्रदान करते हैं। कोशिका द्रव्य में जल में विलेय पदार्थों की अतिसूक्ष्म रचनाएं होती हैं जो सूक्ष्मदर्शी के द्वारा देखने पर रिक्त दिखाई देती हैं। इन्हें धानियाँ कहते हैं। अमीबा में धानियों में खाद्य पदार्थ भी होता है अत: इन्हें खाद्य रिक्तिका कहते हैं। जंतु कोशिका की अपेक्षा पादप कोशिका में धानियाँ बड़ी होती हैं।

कुछ कोशिकाओं की कोशिका झिल्ली की बाहरी सतह पर कुछ प्रक्षेप होते हैं। लंबे प्रक्षेप कशाभ तथा अनेक छोटे-छोटे प्रक्षेप पक्ष्माभिका कहलाते हैं। कशाभ अधिकतर जंतुओं में पाए जाते हैं। कशाभ तथा पक्ष्माभिका दोनों ही कोशिका अथवा जीव की गति में सहायक होते हैं।

हमने केवल कुछ ही कोशिकांगों के विषय में चर्चा की है। इनमें से अधिकतर कोशिकांग पादप एवम् जंतु कोशिकाओं में समान रूप से पाए जाते हैं। कुछ अन्य कोशिकांगों के विषय में आप कक्षा IX तथा X में अध्ययन करेंगे। हमने प्रत्येक कोशिकांग की विस्तृत चर्चा नहीं की है। प्रत्येक का संगठन जटिल होता है तथा विशिष्ट प्रकार्य होते हैं। इनके विषय में आप विस्तार से अगली कक्षाओं में अध्ययन करेंगे।

प्रारूप कोशिका की संरचना के ज्ञान से आपको यह समझने में सहायता मिलेगी कि सभी कोशिकाओं में कुछ कोशिकांग समान रूप से पाए जाते हैं। मूलरूप से सभी कोशिकाओं की संरचना समान होती है, फिर भी शरीर के विभिन्न भागों एवम् अंगों की कोशिकाएं भिन्न दिखाई देती हैं। चित्र 8.6 को ध्यानपूर्वक देखने पर आपको पता चलेगा कि पत्ती, तना, जड़, आमाशय, यकृत एवम् वृक्क की कोशिकाएं एक दूसरे से किस प्रकार भिन्न दिखाई देती हैं। कोशिकाओं की आकृति, आमाप एवम् समायोजन में भिन्नता उनको विभिन्न प्रकार्यों के संपादन में सहायता करती है। इसके लिए कोशिकाएं संयुक्त होकर ऊतक बनाती

चित्र 8.6 *(a) जड़, (b) तने, (c) उदर तथा (d) यकृत, वृक्क में कोशिकाओं की व्यवस्था दर्शाने के लिए उनके परिच्छेद-काट दृश्य*

हैं। ऊतकों से अंग तथा अंगों के संयुक्त होने से अंगतंत्र का निर्माण होता है। अंगतंत्र विभिन्न अंगों का वह समूह है जो विशिष्ट प्रकार्य करता है।

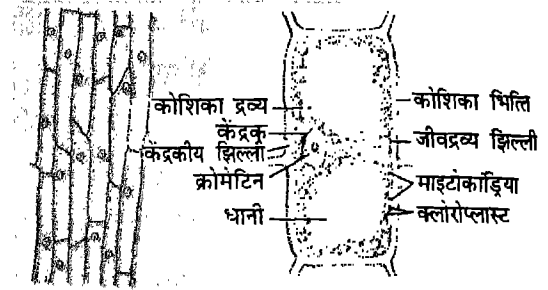
इनके उत्तर दीजिए

1. जंतु कोशिका की बाहरी परत का नाम लिखिए।
2. पौधों की कोशिका झिल्ली के बाहरी ओर कौन-सी संरचना पाई जाती है?
3. उन चार तत्वों के नाम लिखिए जिनके यौगिक जीवद्रव्य का 90% भाग बनाते हैं।
4. हरे लवक का तकनीकी नाम क्या है?
5. माइटोकांड्रिया के कोशिका में क्या प्रकार्य हैं?

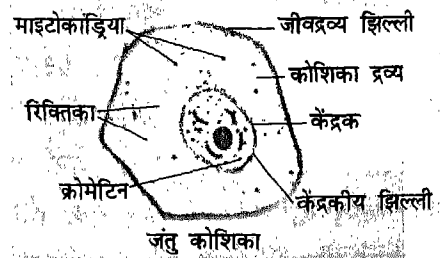
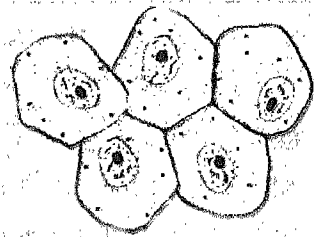
8.4 पादप एवम् जंतु कोशिका में विभेद

जैसाकि हम पढ़ चुके हैं अधिकतर कोशिकांग पादप एवम् जंतु कोशिकाओं में समान-रूप से पाए जाते हैं। सभी कोशिकाओं में उनके प्रकार्य एक जैसे होते हैं। उदाहरणत: सभी कोशिकाओं में केंद्रक उनकी गतिविधियों को नियंत्रित करता है। परंतु पादप एवम् जंतु कोशिकाओं के विस्तृत अध्ययन से पता चलता है कि उनमें कुछ अंतर भी हैं। कुछ कोशिकांग केवल पादप कोशिकाओं में पाए जाते हैं। आइए, हम पादप एवम् जंतु कोशिका का तुलनात्मक अध्ययन करें। कोशिका की संरचना के परिच्छेद 8.3 के आधार पर कुछ अंतर लिख सकते हैं। आप सूक्ष्मदर्शी द्वारा पादप एवम् जंतु कोशिका देख कर भी उनमें अंतर कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 2

काँच की स्लाइड पर जल की एक बूँद रखिए। प्याज की झिल्ली निकाल कर स्लाइड के पानी में रखिए। सूक्ष्मदर्शी की सहायता से इसका अध्ययन कीजिए। आप इस स्लाइड में थोड़ा-सा लाल रंजक (सेफ्रेनिन) डालकर इसकी संरचना का अध्ययन कर सकते हैं। सेफ्रेनिन द्वारा कोशिका की आंतरिक संरचना स्पष्ट दिखाई देती है तथा केंद्रक स्पष्ट नजर आता है (चित्र 8.7)।

चित्र 8.7 जंतु कोशिका

क्रियाकलाप 3

आप सूक्ष्मदर्शी द्वारा जंतु कोशिका भी देख सकते हैं। एक सुई लेकर उसे लौ पर गर्म कीजिए। सुई के स्थान पर आप दाँत कुरेदने वाली सींक भी ले सकते हैं। ठंडी सुई

चित्र 8.8 पादप कोशिकाएँ

अथवा सींक की सहायता से अपने गाल की आंतरिक सतह को हल्के से खुरचिए। इस खुरचे हुए पदार्थ को स्लाइड पर ली हुई पानी की बूँद में फैला कर सूक्ष्मदर्शी की सहायता से इसका अध्ययन कीजिए। अधिक स्पष्टता के लिए आप लाल अभिरंजक (सेफ्रेनिन स्टेन) का उपयोग कर सकते हैं। यह कोशिकाएं चित्र 8.8 की भांति दिखाई देंगी।

चित्र 8.7 तथा 8.8 का प्रेक्षण कर उनके अंतर की सूची बनाइए। आप अपना प्रेक्षण कोशिका की बाहरी परत से प्रारंभ कर सकते हैं। आप पहले दिए हुए विवरण का भी उपयोग कर सकते हैं। सारणी 8.2 में पादप एवम् जंतु कोशिका की तुलना की गई है। क्या आप इनमें कुछ अन्य अंतर भी बता सकते हैं।

उपरोक्त तालिका से स्पष्ट है कि पादप एवम् जंतु कोशिका दोनों में ही प्लाज्मा झिल्ली, केंद्रक, माइटोकांड्रिया एवम् धानियाँ होती हैं। जंतु कोशिका में कोशिका भित्ति और लवक अनुपस्थित होते हैं।

संरचना एवम् प्रकार्यों के अतिरिक्त कोशिका के कुछ रोचक पहलू भी हैं। उन पर चर्चा करने से पूर्व आप इन बातों का सामान्यीकरण करने की स्थिति में होंगे: (i) कोशिका सजीवों की संरचनात्मक इकाई है। (ii) कोशिकाएं जीव के सभी प्रकार्यों को क्रियान्वित करती हैं। हम कह सकते हैं कि कोशिका जीवों की कार्यिक इकाई है। (iii) सभी कोशिकाओं में कोशिकांग पाए जाते हैं। (iv) किसी जीव की कार्यविधि उसकी कोशिकाओं के कार्यकलापों पर निर्भर करती है।

क्या होता है जब कोशिकाएं मृत हो जाती हैं? क्या इससे अंगों, अंगतंत्रों तथा जीव के क्रियाकलापों पर प्रभाव पड़ता है? ऐसा देखा गया है कि कोशिकाएं अपनी संख्या एवम् आमाप में वृद्धि करती हैं। इससे सजीवों में वृद्धि होती है। साथ ही साथ पुरानी कोशिकाएं मृत होती जाती हैं। हम जानते हैं कि बालक वृद्धि कर युवा हो जाता है। बीज वृद्धि करके विशालकाय वृक्ष बन जाता है। सभी सजीवों के जीवन का प्रारंभ एक कोशिका के रूप में होता है। यह कोशिका गुणन करती है तथा जीव बहुकोशिक हो जाता है तथा वृद्धि करता है। अत: सजीव जगत में कोशिकाओं का महत्त्वपूर्ण योगदान है।

सारणी 8.2: पादप तथा जंतु कोशिका की तुलना

क्रम सं.	*संघटक कोशिका*	*पादप कोशिका*	*जंतु कोशिका*
1.	कोशिका भित्ति	उपस्थित	अनुपस्थित
2.	कोशिका झिल्ली	उपस्थित	उपस्थित
3.	लवक (प्लैस्टिड्स)	उपस्थित	अनुपस्थित
4.	धानियाँ	बड़े आकार की	सूक्ष्म आकार की
5.	केंद्रक	उपस्थित	उपस्थित
6.	माइटोकांड्रिया	उपस्थित	उपस्थित

प्रमुख शब्द

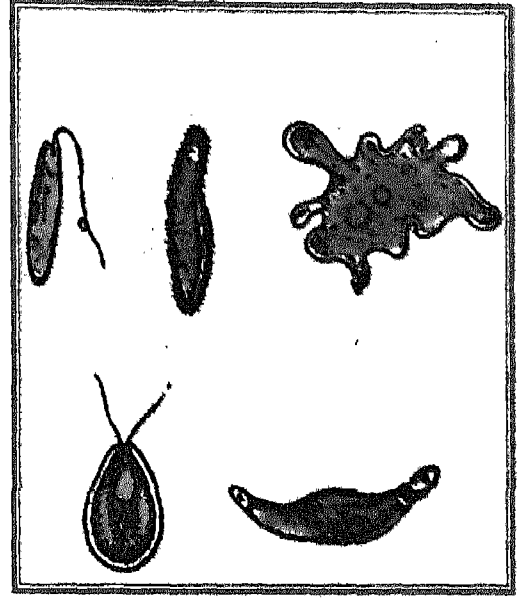
कोशिका, एककोशिकीय, बहुकोशिकीय, पीतक (योक), एल्ब्यूमिन, कोशिकांग, प्लैज़्मा झिल्ली (कोशिका झिल्ली), जीव द्रव्य, कोशिका भित्ति, कोशिका द्रव्य, केंद्रक, केंद्रक द्रव्य, केंद्रकीय झिल्ली, लवक, हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट), माइटोकॉंड्रिया, धानियाँ।

सारांश

- आमाप, आकृति तथा रूप रंग में अंतर होते हुए भी सभी सजीव मूलतः समान होते हैं।
- संरचना, आकृति एवम् आमाप में भिन्न होते हुए भी सभी सजीव मूल इकाई से बने होते हैं जिन्हें कोशिका कहते हैं। इन्हें सर्वप्रथम रॉबर्ट हुक ने देखा था।
- सूक्ष्मतम कोशिका जीवाणुओं में देखी गई है। शुतुरमुर्ग का अंडा एक एकाकी कोशिका है जो सबसे बड़ी कोशिका है तथा इसे बिना किसी युक्ति की सहायता से देखा जा सकता है।
- प्रत्येक कोशिका में अनेक सूक्ष्म संरचनाएं होती हैं जो कोशिकांग कहलाती हैं। यह सभी कोशिकाओं में समान रूप से उपस्थित होती हैं। प्रत्येक कोशिकांग का कोई विशिष्ट प्रकार्य होता है। तथापि यह सभी कोशिकाओं में समान रूप से मिलती हैं।
- पादप कोशिका एवम् जंतु कोशिकाओं में कुछ आधारभूत विभिन्नताएं दृष्टिगोचर होती हैं।

अभ्यास

1. तकनीकी शब्द कोशिका का उपयोग सर्वप्रथम ———— ने किया था।
2. सजीवों की संरचनात्मक मूल इकाई को ———— कहते हैं।
3. कोशिका भित्ति केवल ———— में पाई जाती हैं।
4. सबसे बड़ी कोशिका ———— है।
5. कोशिकाओं के आमाप एवम् आकृति की विभिन्नताओं का वर्णन कीजिए।
6. सूक्ष्मतम कोशिका किस जीव में पाई जाती है।
7. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए:
   (a) झिल्ली जीव द्रव्य
   (b) केंद्रक।
8. जीवद्रव्य कोशिका द्रव्य से किस प्रकार भिन्न है?
9. उन चार तत्वों के नाम लिखिए जिनके यौगिक जीव द्रव्य का अधिकतर भाग बनाते हैं।
10. किसी प्रारूप कोशिका का चित्र बना कर उसके कोशिकांगों के नाम लिखिए।
11. पादप एवम् जंतु कोशिका के तीन अंतर कौन से हैं?

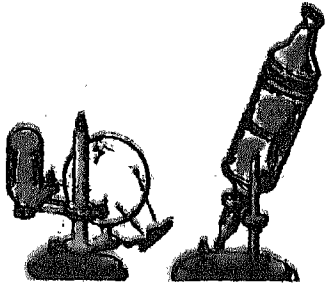
अध्याय 9

आप जानते हैं कि हमारे आसपास मृदा, जल तथा वायु में कई जीव पाए जाते हैं। उनमें से कुछ बहुत ही सूक्ष्म होते हैं जिन्हें हम केवल आँखों से नहीं देख सकते। उन्हें सूक्ष्मजीव कहा जाता है। इन्हें देखने के लिए एक विशेष युक्ति की आवश्यकता पड़ती है जिसे सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। आप सूक्ष्मदर्शी के बारे में अध्याय 10 में पढ़ेंगे। सूक्ष्मजीवों की अनुकूलन क्षमता उच्च होती है तथा ये लगभग सभी तरह के वातावरण में जैसे कि गर्म जल के झरने, बर्फीला ठंडा पानी, लवणयुक्त जल, मरुभूमि तथा यहाँ तक कि पंकीली भूमि में भी जीवित रह सकते हैं। सूक्ष्मजीव हमारे शरीर, मृत तथा क्षययुक्त कार्बनिक पदार्थों में भी उपस्थित रहते हैं। मानवों के साथ-साथ अन्य जीवित प्राणियों में कुछ जीवाणु परजीवी के रूप में रहते हैं। साधारणतः उनकी कोशिकाएँ कठोर बाहरी आवरण से घिरी रहती हैं जिसे **सिस्ट** कहते हैं। सूक्ष्मजीवों को जीवाणु, कवक, प्रोटोजोआ, शैवाल तथा विषाणु जैसे वर्गों में रखा गया है।

आपने सूक्ष्मजीवों के अभिलक्षणों के बारे में पिछली कक्षा में पढ़ा है। इस अध्याय में आप जीवों में उपस्थित वृहत विविधता, उनके महत्त्व एवम् हमारे लिए उनकी उपयोगिता तथा हानिकारक प्रभावों के बारे में पढ़ेंगे।

9.1 सूक्ष्मदर्शी की खोज

सूक्ष्मजीवों की खोज तथा उनके बारे में विस्तृत जानकारी का सीधा संबंध सूक्ष्मदर्शी के विकास से है (चित्र 9.1)। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के बनावट में कई संशोधन किए गए हैं जिससे वैज्ञानिकों को सूक्ष्मजीवों को देखने एवम् उसके बारे में विस्तृत रूप से अध्ययन करने में काफी सहायता मिली है। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी ने इन अध्ययनों की संभावनाओं को और भी बढ़ा दिया है। सारणी 9.1 सूक्ष्मजीवों के अध्ययन से संबंधित

सारणी 9.1: सूक्ष्मजीव विज्ञान का इतिहास (सूक्ष्मजीवाणुओं का विज्ञान)

वैज्ञानिकों के नाम	*वर्ष*	*योगदान*
राबर्ट हुक	1665	कार्क कोशिकाओं, शुक्राणु तथा बैक्टीरिया को साधारण सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखा तथा उनको सूक्ष्म जंतुक नाम दिया।
लूइस पॉश्चर	1857	किण्वन एक जैवरासायनिक प्रक्रम है।
हुक	1859	सूक्ष्मजीव पहले से उपस्थित उसी प्रजाति के सूक्ष्मजीवों से जन्म लेते हैं।
राबर्ट कोच	1872	ट्यूबरकल वैसिलस ही यक्ष्मा (टी.बी.) के लिए जिम्मेदार है। बीमारियों का रोगाणु सिद्धांत।
शिकाबसाबुरो किटस्टे	1889	टिटनस बीमारी टिटनस वैसिलस से होती है।
अलेक्जेन्डर फ्लेमिंग	1929	पेन्सीलीन नोटाटम (एक प्रकार का कवक) से एन्टीबायोटिक पेन्सीलीन का बनना।

चित्र 9.1 आरंभिक सूक्ष्मदर्शी के चित्र

कुछ प्रमुख खोजों के बारे में जानकारी देती है। इन खोजों से सूक्ष्मजीवों के बारे में यह अवधारणा समाप्त हो गई कि यह सभी हानिकारक हैं तथा इनसे बीमारियाँ होती हैं। यह समझा गया कि कुछ सूक्ष्मजीव हानिकारक हैं जबकि ज्यादातर लाभकारी हैं। कुछ बैक्टीरिया वातावरण के नाइट्रोजन का योगिकीकरण कर सकते हैं, जो कि पौधों के लिए उपयोगी हैं। सूक्ष्मजीवों का दूसरा उपयोगी प्रभाव शराब, आचार, सिरका, पनीर तथा दही बनाने एवम् तंबाकू को उसकी विशिष्ट सुगंध प्रदान करने में होता है। प्रतिजैविक दवाओं के निर्माण तथा सीवर के निपटान में भी सूक्ष्मजीवों का योगदान रहता है।

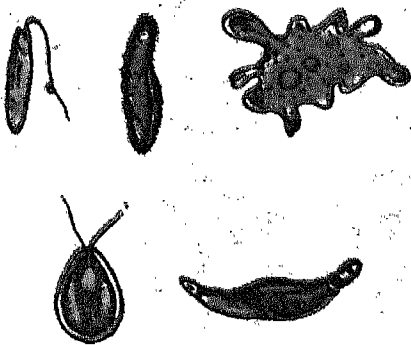
9.2 सूक्ष्मजीवों का वास-स्थल

सूक्ष्मजीव सभी तरह के वास स्थानों में उपस्थित रहते हैं। साधारणतः वे एक कोशिकीय होते हैं। कभी-कभी ये शृंखलाओं में या कोशिकीय समूहों में उपस्थित होते हैं। इन्हें वायु या जल से आसानी से एकत्रित किया जा सकता है। गहरे कुँओं तथा हैंड पंपों के स्वच्छ जल तथा वायु के नमूनों में कम सूक्ष्म जीव होते हैं, जबकि इसकी तुलना में झील या तालाब में अधिक सूक्ष्मजीव पाए जाते हैं।

ये समुद्र तल में भी उपस्थित रहते हैं। सूक्ष्मजीवों की अनेकों प्रजातियों में से कुछ की ही पहचान की गई है तथा उन्हें वर्णित किया गया है। केवल प्रोटोजोआ की ही 20,000 प्रजातियाँ ज्ञात हैं। मानव सहित सभी पशुओं का शरीर भी अनेक सूक्ष्मजीवों

या रोगाणुओं को आश्रय देता है। मनुष्य के ही नहीं बल्कि पशुओं के भी नाक, गला, मुँह तथा पाचन नलिकाओं में बड़ी संख्या में सूक्ष्मजीवों का वास होता है। वे एक सामान्य जीव जगत का निर्माण करते हैं जो मनुष्य के जीवन का एक अभिन्न हिस्सा हैं। कुछ रोगजनक जीवाणु हमारे शरीर में प्रवेश कर बीमारियों को जन्म दे सकते हैं। किसी बीमार व्यक्ति के मल में कई रोगजनक जीव हो सकते हैं। कई कीट भी सूक्ष्मजीवों को आश्रय देते हैं। कीट खाद्य पदार्थों पर खाने के लिए बैठ कर उसे दूषित कर देते हैं।

अतः सूक्ष्मजीव प्रायः सभी जगहों में पाए जाते हैं। वे मृदा, जल तथा वायु एवम् अन्य बाहरी जगहों में प्राणियों तथा मनुष्यों के शरीर के बाहरी एवम् भीतरी भागों में पाए जाते हैं।

कृषि योग्य भूमि में सूक्ष्मजीवों की संख्या अत्यधिक होती है। अगर कार्बनिक पदार्थों की मात्रा भूमि में अधिक है तो सूक्ष्म जीवों की उपस्थिति भी अधिक होगी। मृदा के सूक्ष्मजगत में जीवाणु, प्रोटोजोआ तथा फफूंदी शामिल रहते हैं (चित्र 9.2)। मृदा में कुछ हानिकारक सूक्ष्म जीव भी पाए जाते हैं।

चित्र 9.2 सूक्ष्मजीवों के कुछ सामान्य प्रकार

क्रियाकलाप 1

जल के विभिन्न स्रोतों जैसे झील, तालाब, नहर, नाले, कुँओं तथा नदियों से साफ बोतल या परखनली में जल एकत्रित करें। सभी नमूनों को स्थिर होने दें। ध्यान से देखें, पहले केवल आँखों से तथा बाद में आवर्धन लैंस की सहायता से। अगर संभव हो तो आप प्रत्येक स्रोत के जल की बूँद को सूक्ष्मदर्शी की सहायता से भी देख सकते हैं। जल के प्रत्येक स्रोत में पाए गए जीवों की संख्या तथा प्रकार का वर्णन करें।

इनके उत्तर दीजिए

1. सूक्ष्मजीवों को ________, कवक, ________ वायरस, तथा ________ में वर्गीकृत किया जाता है।
2. सूक्ष्मजीव के अध्ययन में **प्रमुख** बिंदुओं को सूचीबद्ध करें।
3. सूक्ष्मजीवों का हमारे जीवन में पड़ने वाले उपयोगी प्रभावों के बारे में लिखें।
4. सूक्ष्मजीवों के वास-स्थलों के नाम कारण सहित बताएँ।

9.3 सूक्ष्मजीव संवर्धन

सूक्ष्मजीवों को उनकी वृद्धि के लिए अनुकूल माध्यम में संवर्धन किया जाता है जिससे उनके विभिन्न आयामों का अध्ययन किया जा सके। अम्लता, क्षारता, ऑक्सीजन तथा ताप जैसे कारकों

के अलावा माध्यम की गुणवत्ता का उनकी वृद्धि पर प्रभाव पड़ता है।

एक संवर्धन माध्यम - पोटैटो डेक्सट्रोज एगार (PDA) को कक्षा या प्रयोगशाला में तैयार किया जा सकता है। कुछ स्वस्थ्य आलू लें, उन्हें अच्छी तरह धो लें। फिर उन्हें टुकड़ों में काट लें तथा 200 ग्राम टुकड़ों को पानी में मुलायम होने तक उबलने दें। फिर ठंडा होने दें। अब इसमें 500 ml आसवित जल तथा 20 ग्राम ग्लूकोज मिलाएं। अब 20 ग्राम सादा एगार जल लें एवम् इसे 500 ml जल के साथ उबालें। अब इसे पहले बनाए गए आलू ग्लूकोज के घोल में मिला दें। प्राप्त मिश्रण को किसी स्वच्छ बर्तन में रखें। अब PDA माध्यम तैयार है तथा इसका उपयोग किसी पेट्री डिश या परखनली में सूक्ष्मजीव संवर्धन में किया जा सकता है।

संवर्धन के लिए दूसरा साधारण माध्यम खमीर एक्सट्रेक्ट है, जिसे खमीर तथा कार्बोहाइड्रेट के साथ आसानी से तैयार किया जाता है।

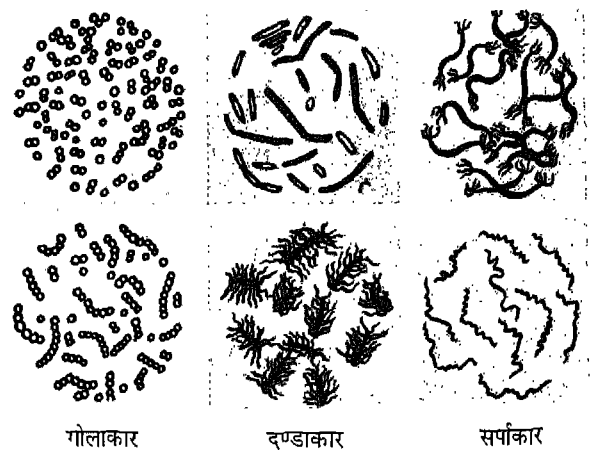
9.4 जीवाणु

एंटोनी वॉन ल्यूवेनहॉक (1675 ई.) ने अपने ही द्वारा विकसित सूक्ष्मदर्शी की सहायता से जीवाणुओं को सर्वप्रथम देखा। तब से, जीवाणुओं की हजारों प्रजातियों को पहचाना जा चुका है। आप जानते हैं कि जीवाणु सभी जगहों पर पाए जाते हैं तथा उनका आमाप सूक्ष्म होता है। जीवाणु का औसत आमाप 1.25μm ($1\,\mu m = \frac{1}{1000}\,mm$) व्यास का होता है। सबसे छोटे जीवाणु की लंबाई दंडरूप जीवाणु की होती है जो 0.15μm होती है। सबसे बड़ा सर्पिल आकार का जीवाणु होता है जो 15μm लंबा तथा 1.5μm व्यास वाला होता है।

संरचना

जीवाणु की संरचना एक आदिम कोशिका जैसी होती है। उनके झिल्लीदार कोशिकांग नहीं होते तथा कोई विकसित केंद्रक नहीं होता है। कोशिका भित्ती कठोर होती है जिसका संघटन दूसरी कोशिकाओं की तुलना में अलग होता है। कोशिकाद्रव्य कणिकामय, श्यान होता है एवम् केंद्रिक पदार्थ तथा प्लाज़्मा झिल्ली के बीच में पाया जाता है। यह कोलाइडी प्रकृति का होता है तथा इसमें 70 से 85% आर्द्रता की मात्रा होती है। कुछ जीवाणु अपनी सतह पर अवपंकी तथा गोंद-सा स्राव करते हैं। जब ये पदार्थ कोशिका सतह पर सघन तरीके से रहता है तो ये एक कैप्सूल बनाता है। परंतु जब पदार्थ विसरित रूप में होता है तो यह एक चिपचिपी सतह बनाता है।

प्रकार

आकार के आधार पर जीवाणुओं को तीन भागों में विभाजित किया गया है (चित्र 9.3)।

चित्र 9.3 विभिन्न आकार के जीवाणु

(i) बैसिलस या दंडाकार : लैक्टोवैसिलस, बैसिलस तथा स्यूडामोनाज़ इनके कुछ उदाहरण हैं।

(ii) कोकस या गोलाकार : स्ट्रेप्टोकोकस, सारसिना तथा माइक्रोकोकस इनके कुछ उदाहरण हैं।

(iii) सर्पाकार या सर्पिलाकार : इन जीवाणुओं का शरीर कोमा के आकार या सर्पिल दंड के आकार का होता है। विबरियों, ट्रिपोनीमा, कैम्फिलोवैक्टर इस वर्ग के कुछ सामान्य उदाहरण हैं। उनके शरीर पर एक या एक से अधिक पक्षाभ या कशाभ होती है।

ग्राम अभिरंजक के साथ उनकी प्रतिक्रिया के आधार पर जीवाणुओं को दो समूहों में विभाजित किया जाता है (ग्राम पॉजिटिव तथा ग्राम निगेटिव)। कुछ रंजक को बद्ध करते हैं जबकि कुछ अन्य ऐसा नहीं करते।

क्रियाकलाप 2

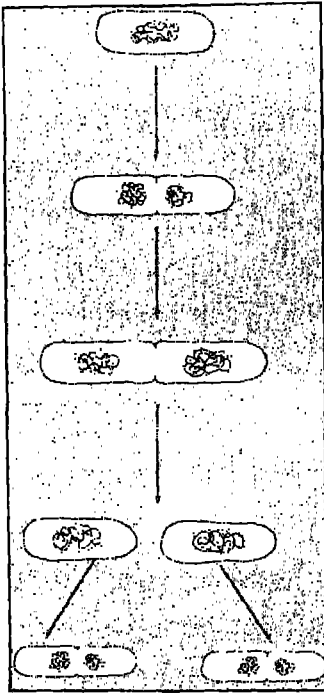
कुछ फलीदार पौधे (चना, मटर या सेम) को जड़ सहित मिट्टी से निकालो। जड़ों में उपस्थित गाँठ को एकत्रित करो। उन्हें पीस कर काँच की एक स्लाइड पर धीरे-धीरे ठोककर बारीक कर स्कवस तैयार करें। इसे क्रिस्टल बैंगनी से रंजित करो। आप पाओगे कि सभी जीवाणुओं का रंग नीला हो गया। अब इसमें आयोडिन घोल डालो जो इसे गहरे बैंगनी रंग का बना देगा। अब इसमें से पानी की सहायता से आवश्यकता से अधिक रंजक हटाकर रंगहीन कर लो।

अब तुम पाओगे कि कुछ जीवाणुओं का रंग बरकरार है जबकि कुछ का नहीं। रंग के व्यवहार में अंतर का प्रमुख कारण है बैक्टीरिया की कोशिका भित्ती की बनावट तथा संरचना में अंतर। बैसिलस, स्टैफाइलो कोकस तथा स्टैप्टोकोकस पर रंग नहीं टिकते तथा यह ग्राम निगेटिव जीवाणु हैं जबकि इस्चिरिचिया कोलाई, सालमोनेला तथा स्पीरिलियम में धब्बे बरकरार रहते हैं इन्हें ग्राम पोजिटिव कहते हैं। इस रंगीकरण तकनीक का विकास ग्राम नामक वैज्ञानिक ने किया था।

पोषण

जीवाणुओं में पोषण के दो समूह होते हैं,
(i) स्वपोषित- जो संश्लेषण के द्वारा अपना भोजन स्वयं बनाते हैं जैसे हरे पौधे, तथा (ii) परपोषित- जो दूसरे जीवों द्वारा संश्लेषित भोजन का उपयोग करते हैं। स्वपोषित को पुनः दो भागों में विभाजित किया जाता है: (i) प्रकाश संश्लेषी— ये सूर्य की किरणों से ऊर्जा लेते हैं। (ii) रसायन संश्लेषी — ये अकार्बनिक अवयवों से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। विषमपोषी जीवाणु या तो मृतजीवी होते हैं या परपोषी होते हैं।

प्रजनन

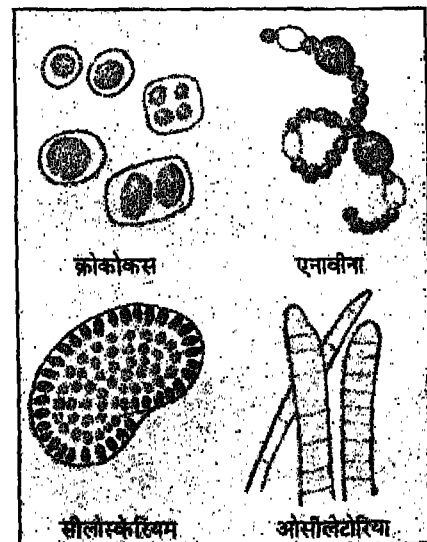
अनुकूल तापमान, पोषण, आर्द्रता जैसे वातावरण में जीवाणुओं की संख्या में बढ़ोतरी बहुत तेजी से होती है। प्रजनन का सबसे सामान्य तरीका है कोशिका विभाजन या द्वि-खंडन (चित्र 9.4)। कुछ जीवाणु प्रतिकूल वातावरण में बीजाणु (अंतः बीजाणु) उत्पन्न करते हैं। यह बनावट में अत्यधिक प्रतिरोधी होते हैं तथा इनका कोशिकाद्रव्य बहुत ही गाढ़ा होता है। ये बीजाणु भीत्ति और एक बीजाणु परत से बंद रहती है। जीवाणु लैंगिक जनन क्रिया द्वारा भी उत्पन्न होते हैं।

चित्र 9.4 जीवाणुओं में प्रजनन

क्रियाकलाप 3

कुछ एगार जैल लें तथा इसे जल में उबालें। अब इसमें कुछ चीनी घोलें फिर इसे काँच के बर्तन या पेट्री डिश में डालें। बर्तन या पेट्री डिश को कुछ घंटों के लिए खुला रखें। यह हवा में उपस्थित जीवाणु या कवकों के बीजाणुओं को एकत्रित कर लेगा। अब इसे अंधेरे तथा थोड़ी गर्म जगह में कुछ दिनों तक रखें। आप इस संवर्धन माध्यम में कुछ धब्बे पाएंगे। यह धब्बे वास्तव में जीवाणुओं या कवकों की कॉलोनी है। आप इसका एक बहुत ही छोटा हिस्सा लें तथा उसे एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में देखें। इसका चित्र बनाएं तथा इसे पहचानने की कोशिश करें कि यह जीवाणु है या कवक।

9.5 नील-हरित शैवाल

नील-हरित वर्ण (रंग) के शैवाल एक अन्य प्रकार के शैवाल हैं (चित्र 9.5)। नील-हरित शैवाल तथा जीवाणुओं में अनेक समानताएँ हैं। इन्हें साइनोबैक्टीरिया भी कहा जाता है। बैक्टीरिया (जीवाणुओं) की भाँति ही नील-हरित शैवाल की सरंचना भी आदिम कोशिकीय रूप की होती है तथा यह भी तंतु रूप अथवा कॉलोनी बना सकते हैं। नॉस्टॉक, ऐनाबीना तथा ऑसिलैटोरिया नील-हरित शैवाल के कुछ सामान्य उदाहरण हैं। यह वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का उपयोगी यौगिकों के रूप में स्थिरीकरण भी कर सकते हैं। इसी कारण इनका उर्वरकों के रूप में उपयोग किया जाता है।

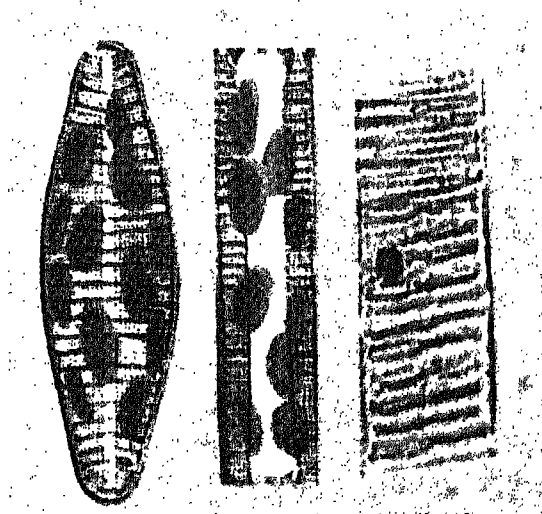
यह पहले बताया जा चुका है कि अनेक नील-हरित शैवाल वातावरण के नाइट्रोजन का स्थिरीकरण कर उसके यौगिक बनाते हैं। ये ऊर्जा के प्राथमिक उत्पादक भी हैं, जो प्रकाश संश्लेषण द्वारा होता है। इसलिए नील-हरित शैवाल मृदा तथा तालाब को उपजाऊ बनाने में अपना महत्त्वपूर्ण योगदान देते

चित्र 9.5 कुछ सामान्य नील-हरित शैवाल

हैं। एक वर्ग किलोमीटर क्षेत्र के धान के खेत में नील-हरित शैवाल द्वारा एक वर्ष में 625 किलोग्राम नाइट्रोजन को स्थिरीकरण किया जा सकता है। अनुपयोगी खेत या मृदा जो कम उपजाऊ होती है, में नील-हरित शैवाल के द्वारा नाइट्रोजन के स्थिरीकरण से नाइट्रोजन तथा ह्यूमस की मात्रा बढ़ जाती है। यह मृदा की जल अवशोषित करने की क्षमता को भी बढ़ाती है तथा फसलों की उत्पादन वृद्धि में मदद करती है।

इनके उत्तर दीजिए

1. आप सूक्ष्मजीवों **का संवर्धन** कैसे करेंगे? प्रक्रिया की संक्षिप्त व्याख्या करें।
2. विभिन्न प्रकार के जीवाणुओं का वर्णन उदाहरण सहित लिखें।
3. जीवाणुओं के लाभप्रद प्रभाव बताएं।

9.6 डायटम

डायटम भी एक सूक्ष्मदर्शी शैवाल है, जो झरनों, अवसादों, ज्वारनदमुखों तथा सागर में पाया जाता है (चित्र 9.6)। वे एक कोशिकीय होते हैं तथा झुंड

चित्र 9.6 डायटम के विभिन्न प्रकार

या तंतुमय अवस्था में पाए जा सकते हैं। इनकी कोशिका भित्ती दो अतिव्यापी भागों की बनी होती है जिसके कारण इन्हें डायटम कहते हैं। कोशिका भित्ती के सिलिकामय गुणों के कारण ये लंबे समय तक डायटम चट्टानों या जीवाश्म के रूप में बने रहते हैं। पिनुलेरिया, सायक्लोटिला तथा नेवीकुला, डायटम के कुछ उदाहरण हैं। इनका प्रजनन अलैंगिक या लैंगिक दोनों प्रकार से होता है।

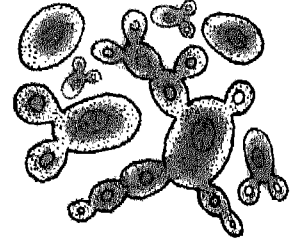
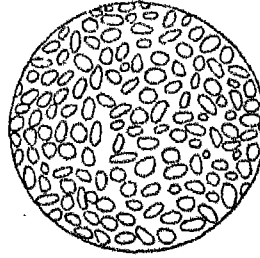
9.7 कवक

इस समूह के सूक्ष्मजीवों की जानकारी लोगों को बहुत पहले से है। छत्रक, फुलबड़ी तथा कुकुरमुत्ता का आकार बड़ा होता है। ये सड़कों के किनारे, गलियों तथा अनुपजाऊ भूमि पर देखे जा सकते हैं। फफूंदी तथा खमीरों का आकार बहुत छोटा होता है तथा इसे सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है। कवकों की ज्यादातर प्रजातियाँ कहीं न कहीं उपयोगी हैं तथा प्रकृति में संतुलन बनाए रखने में मदद करती हैं। उनमें पोषण तथा ऊर्जा के पुनः चक्रण में मदद करने की क्षमता होती है। जीवाणुओं के साथ मिलकर, कवक मृत कार्बनिक पदार्थों को साधारण घुलनशील खनिजों तथा गैसों में परिवर्तित कर देते हैं, जिसे बाद में पौधों के द्वारा उपयोग कर लिया जाता है। कुछ कवक खाद्य पदार्थों, चमड़े, कागज़, कपड़े तथा फर्नीचर के पॉलिस को नुकसान या खराब कर सकते हैं। कुछ फसलों (पक्सीनीया एवम् अस्टीलेगो), पशुओं (डेक्टाइटेला एवम् आथ्रोवोट्रायस) एवम् मनुष्य (माइक्रोस्पोरियम एवम् आथ्रोडरमा) के लिए रोगजनक हो सकते हैं।

क्रियाकलाप 4

एक ताजा डबल रोटी का टुकड़ा लें। उसे कम रोशनी एवम् अधिक नमी वाले स्थान पर रखें। 4-5 दिनों के बाद आप उन पर हरे सलेटी रंग के धब्बे पाएंगे। ये कवकों का समूह है। बरसात के मौसम में चमड़े या आचार के उपर भी इसी प्रकार के धब्बे देखे जा सकते हैं। कवकों के जैव रसायनिक क्रियाओं का मनुष्यों के द्वारा सदियों से उपयोग किया जाता रहा है। उदाहरण के लिए, खमीर का उपयोग डबल रोटी, बीयर तथा शराब बनाने में एवम् विभिन्न प्रकार के पनीर तथा चीज़ को सुगंधित करने में होता है।

एक महत्त्वपूर्ण खोज के अंतर्गत कवकों द्वारा स्टेरॉइडो को, जन्म नियंत्रण तथा गठिया के उपचार के लिए, दवा के रूप में रूपांतरण करना है। म्यूकर, सैक्रोमाइसिस, पेंसिलियम तथा एस्परगिलस कुछ प्रमुख कवक हैं।

खमीर (यीस्ट-सैक्रोमाइसिस) एककोशिकीय मृतजीवी यीस्ट हैं। ये मृदा एवम् हवा में उपस्थित रहते हैं और इसे शुष्क अवस्था (पाउडर या गोली के रूप) में 4 वर्षों तक रखा जा सकता है। यीस्ट की कोशिकाएं गोलाकार, दीर्घवृतीय या बेलनाकार आकृति की हो सकती हैं। यीस्ट कोशिका में कोशिका भित्ती, कोशिका द्रव्य झिल्ली, केंद्रक रसधानी, अनेक कणिका तथा वसा कणिका होती है(चित्र 9.7)। यीस्ट को आयोडीन में डालने से इसका रंग लाल-भूरा हो जाता है। यीस्ट में अलैंगिक जनन मुकुलन या द्विखंडन की क्रिया द्वारा होता है। इनमें लैंगिक प्रजनन भी पाया गया है। यीस्ट का

चित्र 9.7 यीस्ट कोशिका तथा मुकुलन प्रजनन

प्रकीर्णन कीटों, हवा या यहाँ तक कि धूल कणों से भी होता है। सैक्रोमाइसिस सेरेवीसीएई यीस्ट की एक प्रमुख प्रजाति है। केवल 60°C ताप पर ही यीस्ट नष्ट हो सकते हैं।

क्रियाकलाप 5

एक गिलास लें, इसका 3/4 हिस्सा पानी से भरें। इसमें 2-3 चम्मच चीनी घोलें। अब इस चीनी के मिश्रण को दो हिस्सों में कर दें। एक हिस्से में 1/2 चम्मच यीस्ट का पाउडर डालें। इसे 3-4 घंटे के लिए छोड़ दें। अब दोनों हिस्सों के घोल को चखें। आप उनके स्वाद में अंतर पाएंगे। यीस्ट पाउडर मिले हुए घोल का स्वाद एल्कोहॉल जैसा है। यह इसलिए क्योंकि यीस्ट ने चीनी को एल्कोहॉल में परिवर्तित कर दिया।

ऐसे अम्लीय खाद्य पदार्थों को जिनमें कुछ मिठास हो, यीस्ट विशेष रूप से प्रभावित करते हैं। इनसे क्रिया कर यह इथाइल एल्कोहॉल तथा अधिक मात्रा में CO_2 बनाते हैं। फल तथा फलों का रस अधिकतर किण्वन के कारण खराब हो जाते हैं। किण्वन के द्वारा बीयर, शराब तथा अन्य पेय पदार्थ बनाने वाले उद्योगों के लिए यीस्ट की उपयोगिता अधिक है। एक्टोबैक्टर बैक्टीरिया के

साथ यीस्ट का उपयोग कर सिरका, चीज़ तथा एसीटिक अम्ल बनाया जाता है। कुछ यीस्ट रोगजनक होते हैं तथा मनुष्य में संक्रमण पैदा कर सकते हैं।

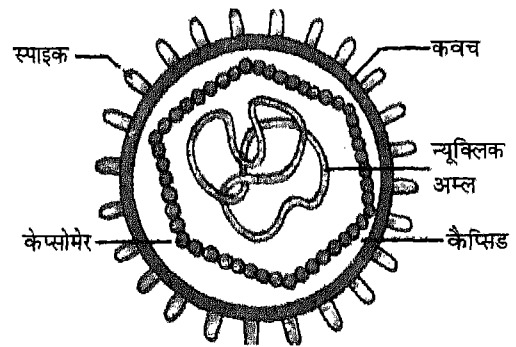
कवकद्रव्य (माइकोप्लाज्मा) एक दूसरे वर्ग का सूक्ष्मजीवाणु है, जो कई प्रकार से बैक्टीरिया के समान है। यद्यपि दोनों में कई विभिन्नताएं भी हैं, इसलिए दोनों को बैक्टीरिया के समूह में नहीं रखा जा सकता है। कवकद्रव्य, कोशिका भित्ती रहित होता है। वे बहुत ही छोटे गोल आकार के होते हैं। कवक द्रव्य का परपोषी तथा मृतपोषी पोषण होता है। पालतू पशुओं में प्लूरोनिमोनिया तथा पौधों में कूर्ची-सम रोग इन्हीं जीवों के कारण होता है। इनकी कोशिकाएं अगतिशील होती हैं तथा अंडे के समान आकार का सूक्ष्म समूह बनाती हैं। कवकद्रव्य पेन्सिलिन, सेफालोसीडीन तथा वैकोमाइसिन जैसे एंटीबायोटिक के प्रति रोधी होते हैं। फिर भी, कवकद्रव्य टेट्रासाइक्लीन के प्रति संवेदनशील होता है।

रीकेटसियाज रोगकारी परजीवी वर्ग के जीव हैं। ये सिर्फ परपोषी कोशिकाओं में विकसित होते हैं तथा द्विखंडन द्वारा प्रजनन करते हैं। ये देखने में दंडाकार या गोलाकार बैक्टीरिया की तरह होते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. मृदा की उर्वरता में नील-हरित शैवाल की भूमिका की व्याख्या करें।
2. कवकों के दो प्रमुख उपयोगों के बारे में लिखें।
3. किन्हीं दो खाद्य पदार्थों का नाम बताएं जिन्हें खमीर द्वारा तैयार किया जाता है।
4. कवक द्रव्य के कारण होने वाली किन्हीं दो बीमारियों का नाम बताएं।

9.8 वायरस (विषाणु)

विषाणु, बैक्टीरिया से भी सूक्ष्म होते हैं। इनकी उपस्थिति का पता या तो उनके परपोषी पर हो रहे प्रभाव के द्वारा लगाया जा सकता है या उन्हें इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में देखकर। वे केवल जीवित कोशिकाओं के अंदर गुणन करते हैं। किसी विशिष्ट परपोषी कोशिका के अलावा वायरस का संवर्धन करना असंभव है। यह अत्यंत परपोषी गुण वायरस के समानुपाती सरल संचरना से जुड़ा हुआ है। एक वायरस में, कुछ मात्रा में, अणुवांशिक पदार्थ DNA या RNA के रूप में, एक सुरक्षित प्रोटीन आवरण से घिरा रहता है। अन्य सूक्ष्मजीवों के विपरीत वायरस की कोशिकीय संरचना नहीं होती (चित्र 9.8)। वायरस परपोषी कोशिका के बाहर निर्जीव

चित्र 9.8 वायरस की सामान्य संरचना

कण की तरह क्रियाविहीन रहते हैं। वायरस प्रत्येक जगह पाए जाते हैं जैसे हवा, जल, मृदा, यहाँ तक कि जीवित शरीर में भी। वायरस को क्रिस्टलित किया जा सकता है तथा अनेक वर्षों तक सुरक्षित रखा जा सकता है।

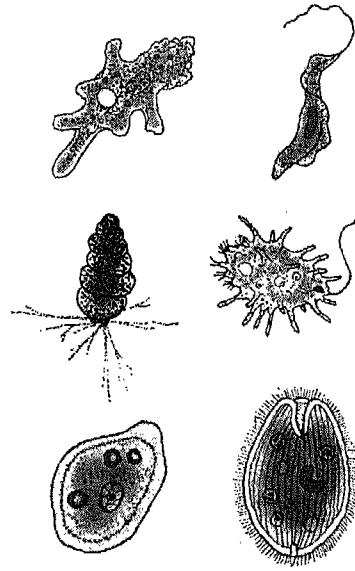
वायरस के संभावित उद्भव को लेकर कई विचार सामने आए हैं। उनकी अपेक्षाकृत सरल

संरचना के कारण, यह निष्कर्ष निकाला गया कि ये आदिकालीन हैं तथा अजीवित रासायनिक अवयवों से जीवित प्राणी के विकास की पहली अवस्था है। दूसरा विचार यह है कि इनका विकास बड़े जीवों के अपघटन से हुआ है तथा ये अपनी संश्लेषण क्षमता तथा स्वतंत्र जीवन खो चुके हैं।

वायरस के कुछ भौतिक तथा रासायनिक गुण होते हैं। इनमें से प्रमुख हैं उनकी संक्रमण क्षमता तथा परपोषी विशेषता के साथ परपोषी प्रकृति। एंटीबायोटिक का वायरसों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता क्योंकि उनकी कोई अपनी उपापचय क्रिया नहीं होती। विषाणुओं को उनके परपोषी के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है जिनमें वे पलते हैं। उदाहरण के लिए, वे वायरस जो पौधों में रहते हैं उन्हें वनस्पति वायरस कहते हैं। इसी तरह पशुओं में पाए जाने वाले वायरस को जंतु वायरस तथा बैक्टीरिया में पाए जाने वाले वायरस को बैक्टीरियाई वायरस या बैक्टीरियोफेजेज कहते हैं।

वायरस से कई बीमारियां होती हैं जैसे रेबीज, पोलियो, चिकेनपॉक्स, सामान्य सर्दी, इनफ्लूइन्जा, तथा तंबाकू एवम् आलू के मोजाइक। आप इनमें से कुछ के बारे में अध्याय 13 में पढ़ेंगे। बैक्टीरियोफेज़ेज उन बैक्टीरियाओं को नष्ट कर देता है जिनसे कार्बनिक पदार्थ सड़ जाते हैं या खराब हो जाते हैं। इस तरह के वायरस गंगा जल में पाए गए हैं।

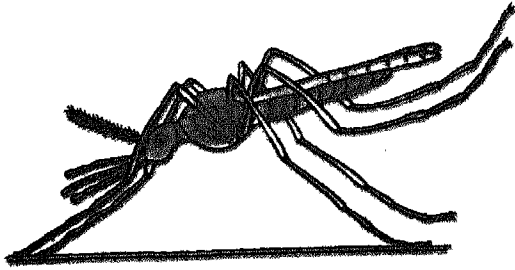
9.9 प्रोटोजोआ

प्रोटोजोआ भी एककोशिकीय जीव है तथा कालोनी के रूप में बहुत ही कम पाया जाता है। ये तालाब के अंदर, पौधों तथा पशुओं के ऊपर, क्षयप्राय पत्तों पर, मृदा में तथा प्रायः सभी जगहों में पाए जाते हैं। प्रोटोजोआ की एक सामान्य कोशिका में

चित्र 9.9 कुछ सामान्य प्रोटोजोआ

कोशिकाद्रव्य की झिल्ली तथा केंद्रक एवम् माइटोकोन्ड्रिया जैसे कोशिकांग पाए जाते हैं। एक कोशिका में सभी अनिवार्य जीवनप्रक्रिया के गुण होते हैं जैसे भोजन, अभिगमन, श्वसन, मल त्याग तथा प्रजनन। अमीबा, पैरामिशियम, यूग्लीना, प्लाज्मोडियम, एन्टअमीबा तथा ट्राइपैनोसोमा इनके कुछ प्रमुख उदाहरण हैं(चित्र 9.9)।

कक्षा VII में आपने प्रोटोजोआ में चलन का अध्ययन किया है। इनमें चलन का प्रक्रम उनमें उभार के रूप में उपस्थित जीवद्रव्यी संरचनाओं द्वारा होता है जिन्हें पादाभ या कशाभ अथवा पक्षाभ कहते हैं। अधिकांशतः यह अपना जीवन यापन ठोस पदार्थों पर करते हैं। परजीवी रूप अन्य जीवों के शरीर में रहते हैं तथा उन्हीं से अपना भोजन प्राप्त करते हैं। प्रोटोजोआ लैंगिक तथा अलैंगिक दोनों प्रकार से प्रजनन करते हैं। अलैंगिक जनन सामान्यतः द्विखंडन अथवा बहुखंडन द्वारा होता है। इस प्रक्रम में एकल जीव दो या अधिक जीवों को उत्पन्न करता है, परंतु स्वयं जीव

नष्ट नहीं होता। दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि यह एक प्रकार से 'अमर' है।

प्लाज्मोडियम एक परजीवी है तथा इससे मलेरिया नामक बीमारी होती है। मादा एनाफिलिस द्वारा मलेरिया के रोगी को काटने पर परजीवी उसके शरीर में प्रवेश करता है (चित्र 9.10)। एनाफिलिस मच्छर सिर्फ मलेरिया परजीवी वाहक का काम

चित्र 9.10 मादा एनोफिलिस मच्छर

करता है। यह उन्हें संक्रमित व्यक्ति के चूसे गए रक्त के साथ किसी स्वस्थ्य व्यक्ति में संचरित कर देता है। एन्टअमीबा से अमीबी पेचिस होता है जिसे उदर में दर्द और बार-बार मल विसर्जन होने से पहचाना जा सकता है। ट्राइपैनोसोमा से एक खतरनाक बीमारी होती है जिसे स्लीपिंग सिकनेस कहते हैं। यह निद्रालु व्याधि ज्यादातर अफ्रीकी देशों में होती है। प्रोटोजोआ से होने वाली कुछ अन्य बीमारियों के बारे में अध्याय 13 में दिया गया है।

9.10 सूक्ष्मजीवों के अन्य उपयोग

मल-जल का द्विवितीयक उपचार सूक्ष्मजीवी क्रिया द्वारा होता है तथा इसमें वायवीय बैक्टीरिया सक्रिय रहते हैं। बैसिलस, स्यूडोमोनाज तथा प्रोटियस प्रजातियों का इस प्रक्रम में उपयोग होता है। ये मल-जल निकास टैंक में सक्रिय पाए जाते हैं जिसमें से हवा प्रवाहित की जाती है। पर्याप्त ऑक्सीजन की उपस्थिति में बैक्टीरिया मल-जल का तेजी से कुछ ही घंटों में अपघटन कर देता है। अनपचे मल-जल का स्थानांतरण अवायवीय पाचन टैंक में होता है, जबकि वायवीय बैक्टीरिया वहीं रहता है। यहाँ पर अवायवीय बैक्टीरिया अपाचित मल का तेजी से अपघटन करता है तथा इससे मेथैन गैस निकलती है। प्राप्त गैसों के मिश्रण का उपयोग बायोगैस ईंधन के रूप में होता है।

सीवर के पाचन के बाद बचा हुआ आपंक नाइट्रोजन से भरपूर होता है तथा सूखने के पश्चात् इसका उपयोग खाद के रूप में होता है।

ज्यादातर जीवाणु जहरीले रसायनों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। कारखानों से निकलने वाली हानिकारक बहि-स्रावों के ऊपर सावधानीपूर्वक नियंत्रण बनाए रखना आवश्यक है। संश्लिष्ट रसायनों से भी समस्या उत्पन्न हो रही है क्योंकि इनका अपघटन नहीं होता है। वे दीर्घस्थाई होते हैं तथा झाग बनाते हैं जिससे वातायन का मार्ग बंद हो जाता है। अंततः सूक्ष्मजीवों की क्रिया वाधित हो जाती है। अतः बायोगैस तथा कंपोस्ट बनाने में सूक्ष्मजीवों की भूमिका बहुत महत्त्वपूर्ण है।

इनके उत्तर दीजिए

1. "वायरस जीवित हैं या अजीवित" कारण सहित टिप्पणी करें।
2. वायरसों के वर्गीकरण का आधार क्या है?
3. किन्हीं पाँच प्रोटोजोआ के नाम बताओ।
4. सूक्ष्म जीवों का वाहित मल (सीवेज) उपचार में उपयोग होता है, व्याख्या करें।
5. वायरस की संरचना को दर्शाते हुए एक चिह्नित आरेख बनाएं।

प्रमुख शब्द

जीवाणु, किण्वन, प्रोटोजोआ, कवक, नील-हरित शैवाल, वायरस, बैक्टीरिया, डायटम, यीस्ट, कोशिका द्रव्य, रिकेटसिया, परपोषी विशिष्टता, सीवेज उपचार, प्लाज़्मोडियम।

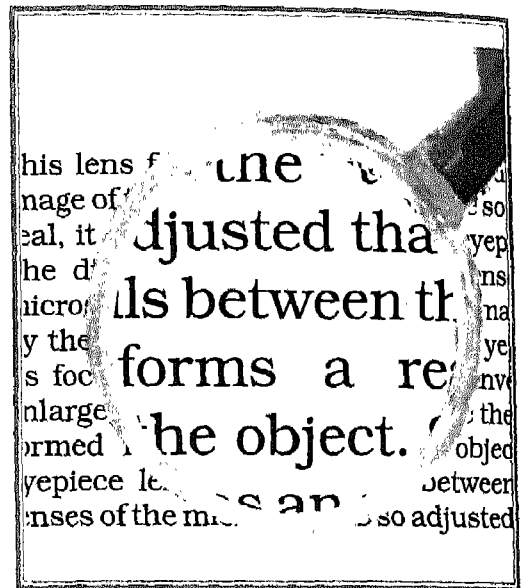
सारांश

- सूक्ष्मजीव बहुत छोटे होते हैं तथा किसी भी प्रकार की पर्यावरण परिस्थिति में जीवित रह सकते हैं।
- बैक्टीरिया (जीवाणु), कवक, प्रोटोजोआ, शैवाल तथा वायरस जैसे जीवों को सूक्ष्मजीवों के रूप में व्यवस्थित किया गया है।
- सूक्ष्मजीवों का उपयोग उपयोगी उत्पाद बनाने में होता है यद्यपि कुछ से बीमारियाँ भी होती हैं।
- सूक्ष्मजीवों के बारे में हमारी जानकारी में बढ़ोतरी का सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता में वृद्धि से संबद्ध है।
- सूक्ष्मजीवों को विस्तृत जानकारी के लिए उन्हें किसी संवर्धन माध्यम में उत्पन्न किया जा सकता है।
- बैक्टीरिया, गोलाकार, दंडाकार, सर्पाकार आकार के हो सकते हैं।
- बैक्टीरिया पोषण के प्रकाशसंश्लेषी, रसायनसंश्लेषी, परपोषी या यहाँ तक कि मृतपोषी हो सकते हैं।
- नील-हरित शैवाल वातावरण के नाइट्रोजन को स्थिरीकरण करने में मदद करती है जिससे मृदा की उर्वरता में वृद्धि होती है।
- डायटम एककोशिकीय जीव हैं, जो दो अतिव्यापी हिस्सों से बनी होती हैं, इनकी कोशिका भित्ती सिलिकामयी होती है।
- कवक में मृतपोषी या परपोषी पोषण होता है। इनमें से कुछ भोजन, चमड़े, कागज तथा कपड़ों को नष्ट तथा खराब कर देते हैं। जबकि कुछ फसलों तथा पशुओं के लिए रोगजनक होते हैं।
- यीस्ट एककोशिकीय तथा मृतपोषी कवक है। इसका उपयोग किण्वन में किया जाता है जिससे बीयर, शराब तथा अन्य पेय पदार्थ बनाए जाते हैं।
- कोशिकाद्रव्य बहुरूपी, अगतिशील तथा पोषण के लिए परपोषी या मृतपोषी होता है। ये एंटीबायोटिक के प्रतिरोधी होते हैं।
- वायरस अति सूक्ष्म परजीवी है जो जीवित प्राणी की कोशिका के भीतर ही गुणित होते हैं।

- प्रोटोजोआ बहुत ही सामान्य है, उनमें से कुछ गंभीर बीमारी जैसे पेचिश तथा मलेरिया पैदा करते हैं।
- कुछ जीवाणु सीवर उपचार संयंत्र में मल का अपघटन करने में मदद करते हैं।

अभ्यास

1. सूक्ष्मजीवों से आप क्या समझते हैं? उनके उपयोगी तथा अनुपयोगी प्रभावों के बारे में चर्चा करें।
2. सूक्ष्मजीवों के अध्ययन क्षेत्र में कुछ प्रमुख खोजों की व्याख्या करें।
3. सूक्ष्मजीव संवर्धन माध्यम तैयार किए जाने वाले तरीकों की व्याख्या करें।
4. बैक्टीरिया का एक अच्छा चिह्नित आरेख बनाएं।
5. बैक्टीरिया में पोषण तथा प्रजनन के विभिन्न तरीकों की व्याख्या करें।
6. नील-हरित शैवाल मृदा उर्वरता बढ़ाने में किस प्रकार मदद करती है।
7. यीस्ट की सरंचना की व्याख्या करें तथा उन क्रियाओं के बारे में बताएं जिनसे इनमें प्रजनन होता है।
8. बैक्टीरिया, कोशिकाद्रव्य तथा वायरस के बीच प्रमुख अंतर बताएं।
9. वायरस के प्रमुख अभिलक्षण के बारे में व्याख्या करें।
10. सूक्ष्मजीवाणुओं से होने वाले लाभों के बारे में एक लेख लिखें।

अध्याय 10

हम प्रकाश और इसके कुछ गुणों से भली प्रकार परिचित हैं। हम जानते हैं कि प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है। सामान्यतया जब प्रकाश किसी पृष्ठ पर पड़ता है, तो इसका कुछ भाग प्रकीर्णित हो जाता है, कुछ भाग दूसरे माध्यम में संचरित हो जाता है, जबकि शेष भाग अवशोषित हो जाता है। पिछली कक्षा में हम पढ़ चुके हैं कि किसी दर्पण से प्रकाश किस प्रकार परावर्तित होता है। हम परावर्तन के नियमों से भी परिचित हैं। हम समतल एवम् गोलीय दर्पणों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों की प्रकृति, उनकी आमाप एवम् उनकी स्थिति के विषय में भी अध्ययन कर चुके हैं। वे सभी पदार्थ, जो अपने ऊपर पड़ने वाले अधिकांश प्रकाश को अपने से होकर गुजरने देते हैं, पारदर्शी पदार्थ कहलाते हैं। वायु, जल, काँच एवम् कुछ प्रकार के प्लैस्टिक पारदर्शी पदार्थों के कुछ सामान्य उदाहरण हैं। जब प्रकाश वायु जैसे किसी पारदर्शी पदार्थ से जल जैसे किसी अन्य पारदर्शी पदार्थ में प्रवेश करता है, तो क्या होता है? क्या तब भी यह उसी दिशा के अनुदिश गमन करता रहता है? क्या यह अब भी सरल रेखा के अनुदिश उसी चाल से गमन करता है? इस अध्याय में हम इसी प्रकार के कुछ प्रश्नों के उत्तर जानने का प्रयास करेंगे।

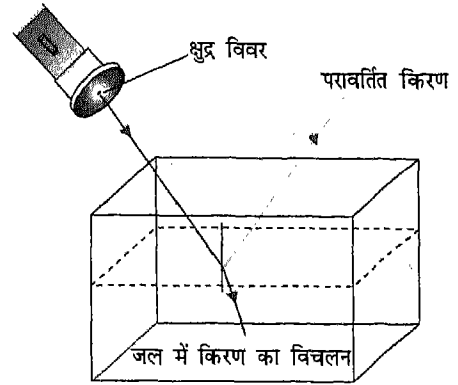
जब प्रकाश एक पारदर्शी पदार्थ या माध्यम से किसी दूसरे पारदर्शी माध्यम में गमन करता है, तो **अपवर्तन** की परिघटना होती है। आप अपवर्तन की परिघटना तथा इसके कारण होने वाली कुछ रोचक घटनाओं का अध्ययन करेंगे। अपवर्तन की परिघटना को समझने के लिए काँच की आयताकार पट्टिका एवम् प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन पर चर्चा की जाएगी। आप यह भी जानेंगे कि प्रिज्म द्वारा सूर्य के प्रकाश के अपवर्तन से, किस प्रकार सात वर्णों (रंगों) के प्रकाश की पट्टिका बनती है। लेंसों द्वारा प्रकाश का अपवर्तन, प्रतिबिंबों का बनना तथा सूक्ष्मदर्शी एवम् दूरदर्शक बनाने में लेंसों के अनुप्रयोग भी इस अध्याय में प्रस्तुत किए जाएंगे। अंत में, आप यह अध्ययन करेंगे कि कैमरे और मानव नेत्र में प्रतिबिंब बनाने में लेंस कैसे सहायता करते हैं।

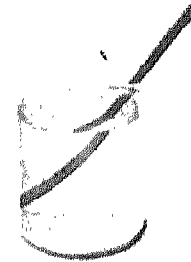
10.1 अपवर्तन क्या है?

आप जानते हैं कि वायु एक पारदर्शी पदार्थ है और इसमें प्रकाश किसी सरल रेखा के अनुदिश गमन करता है। जब वायु में गमन करता कोई प्रकाश पुंज, पानी जैसे किसी दूसरे पारदर्शी माध्यम के पृष्ठ पर पड़ता है, तो क्या होता है? आइए, पता करें।

क्रियाकलाप 1

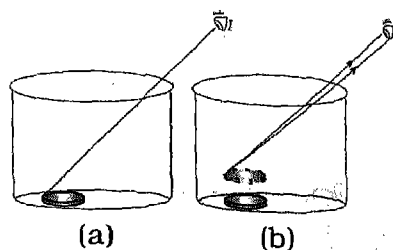
किसी टॉर्च के काँच को किसी ऐसे मोटे काले कागज से ढकिए जिसके बीच में एक छोटा छिद्र हो। इस व्यवस्था से आपको एक पतला, प्रकाश पुंज प्राप्त होगा। यदि पेंसिलनुमा लेसर-टॉर्च उपलब्ध हो, तो इस व्यवस्था के स्थान पर उसका उपयोग भी कर सकते हैं। काँच के किसी गिलास में जल भरिए और उसमें दूध की कुछ बूँदें मिलाइए। गिलास को किसी अंधेरे कमरे में मेज पर रखिए। इसके चारों ओर अगरबत्ती जलाकर धुआँ उत्पन्न कीजिए। धुएं के कण वायु में प्रकाश पुंज का पथ देखने में सहायक होंगे, जबकि जल में प्रकाश पुंज का पथ दूध के कणों के कारण देखा जा सकेगा।

अब प्रकाश पुंज को गिलास में जल की ओर निदेशित कीजिए (चित्र 10.1)। जब प्रकाश पुंज जल में प्रवेश करता है, तो इसकी दिशा में होने वाले परिवर्तन को नोट करिए। इस प्रकार, हम यह पाते हैं कि जब कोई प्रकाश पुंज किन्हीं दो पारदर्शी माध्यमों को पृथक करने वाले पृष्ठ पर तिरछा पड़ता है, तो इसके गमन की दिशा बदल जाती है। यह परिघटना प्रकाश का **अपवर्तन** कहलाती है।

चित्र 10.1 जब कोई प्रकाश पुंज वायु से जल में प्रवेश करता है, तो यह अपने सरल रेखीय पथ से विचलित हो जाता है

प्रकृति में प्रकाश के अपवर्तन के कारण अनेक रोचक घटनाएं घटती हैं। उनमें से कुछ से हम सभी परिचित हैं। उदाहरण के लिए क्या आपने कभी जल से भरे काँच के गिलास में पैंसिल जैसी सीधी वस्तु को इस प्रकार रखा देखा है कि वस्तु का कुछ भाग जल के अंदर तथा शेष भाग जल के बाहर हो। पैंसिल का जल के अंदर वाला भाग मुड़ा हुआ प्रतीत होता है (चित्र 10.2)। गिलास के पार्श्व से देखने पर वस्तु का जल के भीतर वाला भाग अपेक्षाकृत अधिक मोटा भी दिखाई देता है। इसी प्रकार, जल के भीतर किसी गोताखोर का शरीर फूला हुआ प्रतीत होता है।

चित्र 10.2 पैंसिल का जल में डूबा हुआ भाग पार्श्व से देखने पर मुड़ा हुआ एवम् अपेक्षाकृत मोटा दिखाई पड़ता है

क्या आपने कभी इस बात पर भी ध्यान दिया है कि जल से भरे काँच के गिलास में रखे नींबू एवम् काँच के मर्तबान में चीनी की चाशनी में डुबोकर रखे रसगुल्ले पार्श्व से देखने पर अपने वास्तविक आमाप से बड़े दिखाई देते हैं। कभी-कभी ऐसी चालों से आप धोखा खा सकते हैं। आप भी अपने मित्र को एक सरल कार्य करने की चुनौती देकर उसे भ्रमित कर सकते हैं। जल से भरी बाल्टी की तली में एक सिक्का रखिए। अपने मित्र से कहिए कि वह एक ही प्रयास में सिक्के को उठाकर बाहर निकाल कर दिखाए। क्या आपका मित्र ऐसा करने में सफल हो पाता है? आप स्वयम् भी प्रयास करके देखिए। संभवत: आप दोनों अपने प्रथम प्रयास में सफल न हो पाएं। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि आप दोनों अपने प्रयास में सफल क्यों नहीं हुए। इसका कारण यह है कि अपवर्तन के कारण आप दोनों सिक्के की स्थिति का सही अनुमान नहीं लगा पाए। निम्नलिखित क्रियाकलाप आपको इसका कारण समझने में सहायता करेगा।

क्रियाकलाप 2

मेज पर एक कटोरी रख कर उसमें एक सिक्का डालिए। अब धीरे-धीरे उस समय तक पीछे हटिए, जब तक कि आप ऐसे स्थान पर नहीं पहुँच जाते जहाँ से सिक्का आपकी दृष्टि से ओझल नहीं हो जाता [चित्र 10.3(a)]। अब अपने मित्र से कहिए कि वह कटोरी में यह सावधानी बरतते हुए धीमे-धीमे जल भरे कि सिक्का अपने स्थान से हिले नहीं। आप अपने स्थान से कटोरी में रखे सिक्के की दिशा में देखते रहिए। आप क्या देखते हैं [चित्र 10.3(b)]? सिक्का फिर

चित्र 10.3 (a) आँख की वह स्थिति जहाँ से देखने पर कटोरी की तली पर रखा सिक्का ठीक ओझल हो जाता है (b) वही सिक्का कटोरी में जल भरने पर फिर दिखाई देने लगता है

दिखाई देने लगता है? क्या आप इस प्रेक्षण के कारण का अनुमान लगा सकते हैं? ऐसा प्रकाश के अपवर्तन के कारण होता है। अब आप समझ गए होंगे कि आप और आपका मित्र, जल से भरी बाल्टी की तली से सिक्का उठाने के प्रथम प्रयास में सफल क्यों नहीं हो पाए? ऐसा इसलिए है क्योंकि अपवर्तन के कारण सिक्का अपनी वास्तविक स्थिति से ऊपर उठा प्रतीत होता है।

क्या तारपीन के तेल या किरोसीन जैसे किसी पारदर्शी माध्यम में भी पैंसिल उतनी ही मुड़ी अथवा सिक्का उतना ही ऊपर उठा दिखाई देगा जितना जल में? आप पाएंगे कि विभिन्न माध्यमों के लिए अपवर्तन का प्रभाव भी भिन्न-भिन्न होता है। इसका अर्थ है कि भिन्न-भिन्न माध्यमों में प्रकाश समान रूप से अपवर्तित नहीं होता।

इनके उत्तर दीजिए

1. किन्हीं तीन पारदर्शी पदार्थों के नाम लिखिए।
2. वायु से जल में प्रकाश कैसे गमन करता है?
3. प्रकाश के अपवर्तन के ऐसे दो उदाहरण दीजिए जिन्हें आप अपने दैनिक जीवन में देखते हैं।

10.2 अपवर्तनांक

आप जानते हैं कि निर्वात में प्रकाश की चाल सबसे अधिक होती है और अन्य सभी द्रव्यात्मक माध्यमों में इसका मान अपेक्षाकृत कम होता है। अत: वायु, जल, काँच, किरोसीन एवम् ग्लिसरीन में प्रकाश की चाल भिन्न-भिन्न होती है। जब प्रकाश किसी एक माध्यम से किसी अन्य माध्यम में प्रवेश करता है, तो इसके गमन-पथ की दिशा में परिवर्तन हो जाता है और वह मुड़ा हुआ प्रतीत होता है। प्रकाश का अपने पथ से मुड़ना दोनों माध्यमों में प्रकाश की चाल के अनुपात पर निर्भर करता है। माध्यम में परिवर्तन होने पर कोई प्रकाश किरण कितनी कम या अधिक मुड़ती है इसे एक माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम के **अपवर्तनांक** के पदों में व्यक्त किया जाता है। इस प्रकार, अपवर्तनांक को इस प्रकार व्यक्त करते हैं— माध्यम-I के सापेक्ष माध्यम-II का अपवर्तनांक

$$n_{21} = \frac{\text{माध्यम -I में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम -II में प्रकाश की चाल}}$$

यहाँ इस तथ्य पर ध्यान दीजिए कि हमने यह व्यंजक माध्यम-I के सापेक्ष माध्यम-II के अपवर्तनांक के लिए लिखा है। वायु के सापेक्ष जल का अपवर्तनांक 1.33 है। इसका अर्थ है कि जल में प्रकाश की चाल वायु में प्रकाश की चाल का $\frac{1}{1.33}$ अथवा $\frac{3}{4}$ वां भाग है। इसी प्रकार, वायु के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक 1.5 है। अत: काँच में प्रकाश की चाल वायु में प्रकाश की चाल का $\frac{1}{1.5}$ या $\frac{2}{3}$ वां भाग है। सारणी 10.1 में कुछ पदार्थों के निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांकों के मान दिए गए हैं।

सारणी 10.1: निर्वात के सापेक्ष कुछ पारदर्शी पदार्थों के अपवर्तनांक

पदार्थ का नाम	*अपवर्तनांक*
वायु	1.0003
जल	1.33
तारपीन का तेल	1.47
किरोसीन	1.44
एल्कोहॉल	1.36
काँच (क्राऊन)	1.52
हीरा	2.42

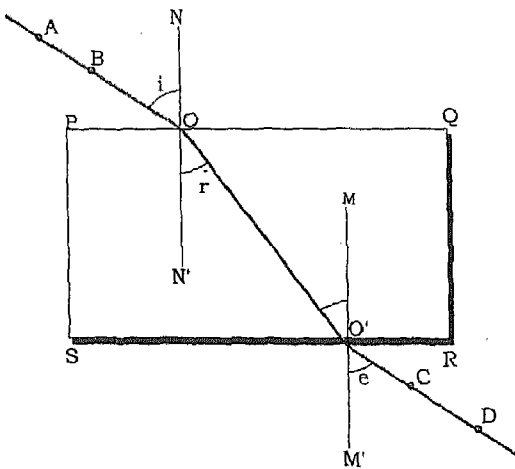
ध्यान दीजिए कि वायु का अपवर्तनांक एक के अत्यंत सन्निकट है, जो कि निर्वात का अपवर्तनांक है। इसलिए, सभी व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए अन्य सभी पदार्थों के वायु के सापेक्ष अपवर्तनांकों को ही निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांक माना जाता है।

किसी पदार्थ की प्रकाश को अपवर्तित करने की क्षमता को प्रकाशीय-घनत्व के पदों में भी व्यक्त कर सकते हैं। किसी अधिक अपवर्तनांक वाले पदार्थ को अपेक्षाकृत कम अपवर्तनांक वाले पदार्थ की तुलना में प्रकाशीय-सघन कहा जाता है। इस प्रकार वायु की तुलना में जल अधिक प्रकाशीय-सघन है। परंतु किसी पदार्थ के प्रकाशीय-घनत्व को उस पदार्थ का द्रव्यमान घनत्व नहीं समझा जाना चाहिए। यह संभव है कि किसी पदार्थ का प्रकाशीय-घनत्व तो अधिक हो, परंतु उसका द्रव्यमान घनत्व कम हो। उदाहरण के लिए, जल की तुलना में तारपीन के तेल का प्रकाशीय-घनत्व अधिक है, परंतु इसका द्रव्यमान घनत्व कम है।

10.3 काँच की पट्टिका द्वारा प्रकाश का अपवर्तन

जल में रखने पर पैंसिल मुड़ी हुई और सिक्का ऊपर उठा हुआ क्यों दिखाई पड़ता है? आइए, इसका कारण जानने का प्रयास करें।

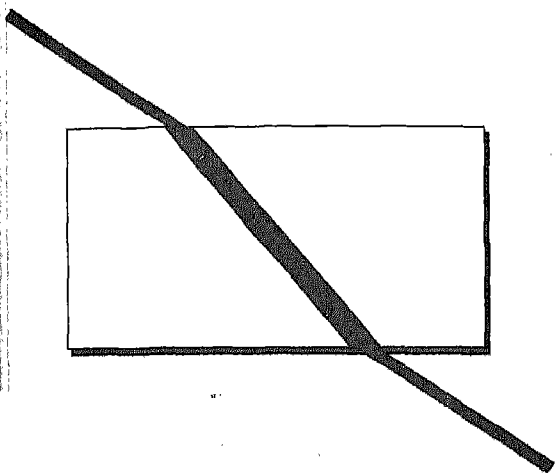
क्रियाकलाप 3

ड्राइंग-पिनों की सहायता से किसी ड्राइंग-बोर्ड पर सफेद कागज लगाइए। कागज के मध्य काँच की पट्टिका रख पैंसिल से उसकी परिसीमा PQRS खींचिए। काँच की पट्टिका के पार्श्व PQ पर कोई कोण बनाती हुई रेखा AO खींचिए। चित्र 10.4 के अनुसार रेखा AO पर दो पिनें A तथा B ऊर्ध्वाधर लगाइए। रेखा AO को हम पार्श्व PQ पर आपतित किरण मान सकते हैं। पिनों A तथा B को पट्टिका के दूसरी ओर के पार्श्व R S में से देखिए। दो अन्य पिन C, D इस प्रकार ऊर्ध्वाधर लगाइए कि काँच की पट्टिका में से देखने पर चारों पिनों की नोक एक ही सरल रेखा में दिखाई पड़ें। काँच की पट्टिका एवम् पिनों को हटा दीजिए। बिंदुओं C, D को मिलाते हुए रेखा CD खींच कर उसे आगे बढ़ाइए ताकि यह रेखा R S से बिंदु O' पर मिले। बिंदुओं O और O' को मिलाने वाली रेखा OO' खींचिए। **आपतित किरण** AO के अनुदिश आने वाला प्रकाश, काँच की पट्टिका में रेखा OO' के अनुदिश चलता है। अतः, प्रकाश किरण OO' बिंदु O पर अपवर्तित प्रकाश की गमन-दिशा दर्शाती है और इसे **अपवर्तित किरण** कहते हैं।

चित्र 10.4 किसी आयताकार काँच की पट्टिका द्वारा प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन

बिंदु O' पर, किरण OO', काँच की पट्टिका के पार्श्व RS के लिए आपतित किरण का कार्य करती है। किरण OO' के लिए प्राप्त अपवर्तित किरण O'C, आपतित किरण AO के तदनुरूपी **निर्गत किरण** कहलाती है। ध्यान दीजिए, बिंदु A एवम् B उसी सरल रेखा पर स्थित नहीं हैं जिस पर बिंदु C एवम् D हैं।

पार्श्व PQ के बिंदु O पर लंबवत् रेखा NON' खींचिए। इसे बिंदु O पर अभिलंब भी कहते हैं। इसी प्रकार, पार्श्व RS के बिंदु O पर भी लम्ब M O' M' खींचिए। अतः, N' O N' एवम् M O' M' क्रमशः बिंदु O एवम् O' पर अभिलंब हैं। आपतित किरण AB एवम् बिंदु O पर अभिलंब ON के बीच बने कोण AON को **आपतन कोण** कहते है। कोण N' O O' इसके तदनुरूपी **अपवर्तन कोण** है। ध्यान दीजिए, आपतन कोण अपवर्तन कोण से बड़ा है। इसी प्रकार, बिंदु O' पर, कोण M O' O आपतन कोण है एवम् कोण M' O' C इसके तदनुरूपी अपवर्तन कोण है। इस प्रकरण में, आपतन कोण, अपवर्तन कोण से छोटा है, क्योंकि यहाँ प्रकाश काँच से वायु में गमन करता है।

यह भी ध्यान दीजिए, वायु से काँच में प्रवेश करते समय प्रकाश किरण अभिलंब की ओर झुक जाती है, जबकि काँच से वायु में जाते समय यह अभिलंब से दूर हटती है। इस क्रियाकलाप से हम यह

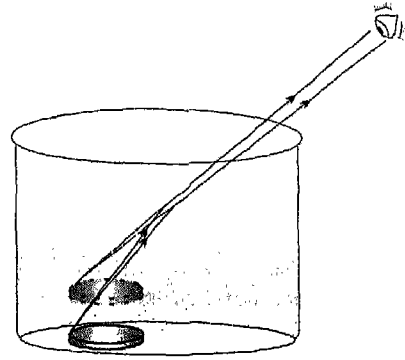
आप एक सरल क्रियाकलाप द्वारा काँच की पट्टिका में प्रकाश के अपवर्तन के प्रभावों को भी देख सकते हैं। काली स्याही से, सफेद कागज पर एक मोटी रेखा खींचिए। इस रेखा के ऊपर काँच की पट्टिका को इस प्रकार रखिए कि इसके आमने-सामने के कोर इससे कोई कोण बनाएं (चित्र 10.5)।

चित्र 10.5 काँच की पट्टिका द्वारा प्रकाश का अपवर्तन

बारी-बारी से काँच की पट्टिका की दोनों कोरों से, रेखा के उस भाग को देखिए जो इसके मध्य स्थित है। क्या पट्टिका के अंदर स्थित रेखा का भाग उसके किनारों पर मुड़ा हुआ दिखाई पड़ता है। अब रेखा के ऊपर काँच की पट्टिका इस प्रकार रखिए कि इसके कोर रेखा के लंबवत् रहें। क्या पट्टिका के अंदर की रेखा अब भी मुड़ी हुई दिखाई पड़ती है? पट्टिका के ऊपर से रेखा को देखिए। क्या कोरों के बीच स्थित रेखा का भाग ऊपर उठा हुआ दिखाई पड़ता है?

निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि जब कोई प्रकाश किरण, वायु से काँच में, अर्थात् प्रकाशीय-विरल से प्रकाशीय-सघन माध्यम में प्रवेश करती है, तो यह अभिलंब की ओर झुक जाती है। इसके विपरीत, जब कोई प्रकाश किरण प्रकाशीय-सघन से प्रकाशीय-विरल माध्यम में प्रवेश करती है, तो यह अभिलंब से दूर हट जाती है। परंतु यदि कोई आपतित किरण, दो माध्यमों को पृथक करने वाले पृष्ठ पर अभिलंबवत् पड़ती है, अर्थात् यदि आपतन कोण 0° है, तो अपवर्तन के बाद यह बिना मुड़े ही सीधे गमन कर जाती है।

काँच की पट्टिका द्वारा अपवर्तन के प्रकरण में जब आपतित किरण वायु से काँच में प्रवेश करती है तो यह अभिलंब की ओर झुक जाती है। दूसरे कोर पर काँच से वायु में निर्गत होते समय यह अभिलंब से दूर हट जाती है। काँच की पट्टिका के आमने सामने के दो कोरों पर प्रकाश किरण का यह झुकाव परिमाण में बराबर पर दिशा में विपरीत होता है। परिणामस्वरूप, आपतित किरण एवम् निर्गत किरण एक दूसरे के समांतर होती हैं। केवल उनमें थोड़ा पार्श्वीय विस्थापन हो जाता है। आपतित किरण के सापेक्ष निर्गत किरण का यह पार्श्वीय विस्थापन काँच की पट्टिका की मोटाई बढ़ाने से बढ़ता है। यह विस्थापन आपतन कोण बढ़ाने से भी बढ़ता है। अतः काँच की पट्टिका से प्रकाश के अपवर्तन के संबंध में हम निम्नलिखित निष्कर्ष निकाल सकते हैं :

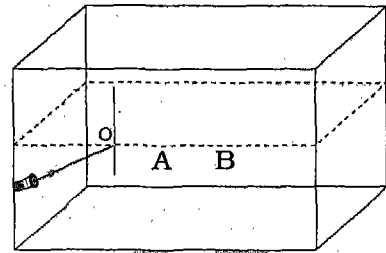
- जब प्रकाश वायु (एक विरल माध्यम) से काँच (एक सघन माध्यम) में प्रवेश करता है तो यह अभिलंब की ओर झुक जाता है जबकि काँच से वायु में जाने पर यह अभिलंब से दूर हटता है।
- यदि प्रकाश अभिलंबवत् आपतित हो, अर्थात् यदि आपतन-कोण शून्य हो तो, प्रकाश के पथ में विचलन नहीं होता।

- काँच की पट्टिका से निर्गत होने वाली प्रकाश किरण इसमें प्रवेश करने वाली आपतित किरण के समांतर होती है।
- आपतित किरण एवम् निर्गत किरण में पार्श्वीय विस्थापन, आपतन कोण तथा काँच-पट्टिका की मोटाई बढ़ाने से बढ़ता है।

आप कदाचित यह सोचकर आश्चर्यचकित हो सकते हैं कि खिड़की के काँच से होकर जब बाहर की वस्तुओं को देखते हैं, तो अपवर्तन के प्रभाव क्यों दृष्टिगत् नहीं होते? ऐसा इस कारण से है, क्योंकि, प्रायः खिड़की के काँच बहुत पतले होते हैं और इसलिए इनसे गुजरने वाली प्रकाश किरणों का विस्थापन सुस्पष्ट नहीं होता।

इसी प्रकार, जब प्रकाश किरणें वायु से जल में प्रवेश करती हैं तो यह अभिलंब की ओर झुक जाती हैं और जल से पुनः वायु में प्रवेश करते समय यह अभिलंब से दूर हट जाती हैं। अब तो आप समझ ही गए होंगे कि किसी सीधी छड़ को जल से भरे गिलास में रखने पर यह मुड़ी हुई क्यों दिखाई पड़ती है? जल में डूबे छड़ के भाग से चलने वाली प्रकाश-किरणें जब वायु में निर्गत होती हैं, तो अभिलंब से दूर हटती हैं। देखने वाले व्यक्ति की आँख में छड़ के इस भाग से आने वाले प्रकाश की दिशा और वायु वाले भाग से आने वाले प्रकाश की दिशा अलग-अलग हो जाती हैं। परिणामस्वरूप, यह छड़ पानी के तल पर मुड़ी हुई दिखाई पड़ती हैं। इसी प्रकार, अपवर्तन के कारण जल से भरी बाल्टी की तली में रखा हुआ सिक्का थोड़ा ऊपर उठा हुआ दिखाई पड़ता है, और कटोरी में रखा सिक्का इसमें पानी भरने पर दिखाई देने लगता है(चित्र 10.6)।

चित्र 10.6 *जब प्रकाश की कोई किरण जल से वायु में प्रवेश करती है तो यह अभिलंब से दूर हट जाती है, परिणामस्वरूप कटोरी की तली में रखा सिक्का दिखाई देने लगता है*

इनके उत्तर दीजिए

1. चित्र 10.7 में दिखाया गया किरण-आरेख पूरा कीजिए एवम् बिंदु A तथा B पर अभिलंब खीचिए।

चित्र 10.7

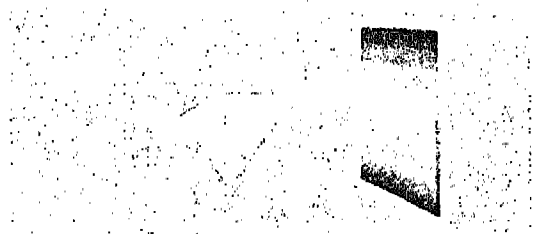
2. चित्र 10.4 में आपतन कोण एवम् अपवर्तन कोण मापिए।
3. कोई प्रकाश पुंज, जल के ऊपर तैरती तारपीन के तेल की पर्त पर पड़ता है। सारणी 10.2 में प्रयुक्त सूचना का उपयोग करके स्पष्ट कीजिए कि प्रकाशपुंज वायु से तारपीन में और फिर तारपीन से जल में प्रवेश करते समय किस प्रकार गमन करेगा?
4. यदि हीरे में प्रकाश की चाल, वायु में प्रकाश की चाल की 0.42 गुनी हो, तो हीरे का अपवर्तनांक क्या होगा?

10.4 प्रिज्म में प्रकाश का अपवर्तन

आपने समांतर फलकों वाली काँच की पट्टिका में प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन कर लिया है। काँच के किसी ऐसे टुकड़े में प्रकाश का अपवर्तन किस प्रकार होगा जिसके फलक एक दूसरे से किसी कोण पर झुके हों? सामान्यत:, पारदर्शी पदार्थ का कोई ऐसा टुकड़ा जो एक दूसरे से किसी कोण पर झुके दो समतल पृष्ठों से घिरा हो, **प्रिज्म** कहलाता है। इन दो समतल पृष्ठों के बीच का कोण **प्रिज्म कोण** कहलाता है। सर्वाधिक प्रयोग में आने वाले प्रिज्मों के आधार त्रिभुजीय होते हैं। प्रिज्म, क्योंकि पारदर्शी पदार्थ के बने होते हैं, अत: वे अपने ऊपर आपतित प्रकाश को अपवर्तित कर देते हैं। जब सूर्य का प्रकाश किसी प्रिज्म द्वारा अपवर्तित होता है, तो एक चमत्कारिक घटना घटती है। वह क्या है? आइए, इसके बारे में जानकारी प्राप्त करें।

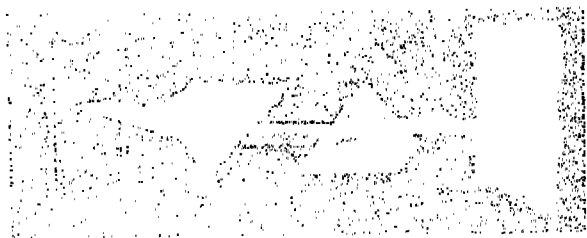
क्रियाकलाप 4

किसी समतल दर्पण को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि यह सूर्य के प्रकाश को एक कमरे में परावर्तित करें। मोटे गत्ते की शीट जिसके मध्य में एक छोटा छिद्र हो सूर्य के प्रकाश के पथ में रखिए। इस व्यवस्था से आपको सौर प्रकाश का एक पतला किरण पुंज प्राप्त हो जाएगा।

अब काँच का एक प्रिज्म और सफेद कागज की एक शीट लीजिए। प्रिज्म को सौर प्रकाश-पुंज के पथ में रखिए और इससे कुछ दूरी पर कागज की शीट को रखिए। प्रिज्म को धीरे-धीरे तब तक घुमाइए जब तक कागज पर सुंदर वर्णों की एक पट्टी न दिखाई पड़ने लगे (चित्र 10.8)।

चित्र 10.8 *काँच के किसी प्रिज्म पर पड़ने वाला सौर प्रकाश पुंज अपवर्तन के बाद सात वर्णों की एक पट्टी में विभाजित हो जाता है*

विभिन्न वर्णों की यह पट्टी सूर्य के प्रकाश का **वर्णक्रम** कहलाती है। अधिक अच्छे परिणामों के लिए प्रकाश पुंज यथा संभव पतला लिया जाना चाहिए। वर्णक्रम के दोनों सिरों पर कौन से वर्ण दिखाई पड़ते है? इस प्रकार की वर्णों की पट्टी क्यों प्राप्त होती है?

प्रिज्म की सहायता से सूर्य के प्रकाश का वर्णक्रम सर्वप्रथम सर आइज़क न्यूटन (1642-1727) ने प्राप्त किया था। उन्होंने वर्णक्रम के वर्णों को, एक और प्रिज्म का प्रयोग करके, और अधिक वर्णों में विभाजित करने का प्रयास किया। किंतु, ऐसा करने पर उन्होंने यह पाया कि इस दूसरे प्रिज्म द्वारा वर्णक्रम के वर्ण अन्य वर्णों में विभाजित होकर नहीं फैलते। तत्पश्चात उन्होंने दूसरे प्रिज्म को पहले प्रिज्म के सापेक्ष उल्टा रख कर वर्णक्रम के सभी वर्णों को इससे गुजारा।

यह देखकर वह आश्चर्यचकित रह गए कि इस दूसरे प्रिज्म के दूसरी ओर से निर्गत प्रकाश पुंज

चित्र 10.9 जब दो प्रिज्म एक-दूसरे के सापेक्ष उल्टे रखे जाते हैं, तो पहले प्रिज्म द्वारा बने सूर्य के प्रकाश के वर्णक्रम को, दूसरा प्रिज्म फिर से पुनः संयोजित करके श्वेत-प्रकाश में परिवर्तित कर देता है

श्वेत प्रकाश का था (चित्र 10.9)। इससे उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि सूर्य का प्रकाश, वर्णक्रम में पाए जाने वाले सात वर्णों के प्रकाश से मिलकर बना है। ऐसा कोई भी प्रकाश जिसका वर्णक्रम सूर्य के प्रकाश के वर्णक्रम से मिलता जुलता है उसे प्रायः श्वेत प्रकाश कहा जाता है। प्रकाश को, उसके घटक वर्णों में विभाजित करने की प्रक्रिया, प्रकाश का **विक्षेपण** कहलाती है।

यदि आप श्वेत-प्रकाश के वर्णक्रम को ध्यानपूर्वक देखेंगे तो आपके लिए यह निश्चित करना कठिन होगा कि कहाँ पर एक वर्ण की सीमा समाप्त होती है और दूसरे की आरंभ होती है। फिर भी स्पष्टतः ऐसा प्रतीत होता है कि प्रत्येक वर्ण एक दूसरे से पृथक है। सूर्य के प्रकाश के वर्णक्रम में सात वर्ण होते हैं। यह हैं - बैंगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी एवम् लाल। जब भी आप श्वेत प्रकाश का वर्णक्रम देखेंगे, तो आप पाएंगे कि ये वर्ण इसी क्रम में हैं। इस क्रम को आप परिवर्णी शब्द VIBGYOR की सहायता से याद रख सकते हैं, जिसका प्रत्येक अक्षर वर्णक्रम के सात वर्णों के अंग्रेजी नाम के पहले अक्षर को इंगित करता है।

ऊपर बताए गए सात वर्णों से युक्त, सूर्य के प्रकाश के वर्णक्रम को प्रायः वर्णक्रम का दृष्य-भाग कहा जाता है। इसका कारण यह है कि सूर्य के प्रकाश के कुछ अंश हमें दिखाई नहीं देते। इन्हें अवरक्त एवम् पराबैंगनी किरणें कहा जाता है। अवरक्त क्षेत्र, वर्णक्रम में लाल रंग से परे (नीचे) का क्षेत्र है जबकि बैंगनी प्रकाश से परे (ऊपर) का। हम सूर्य के प्रकाश में जिस ऊष्णता का अनुभव करते हैं, वह मुख्यतः इसमें विद्यमान अवरक्त, किरणों के कारण ही है। पराबैंगनी किरणों का हमारे शरीर पर दुष्प्रभाव हो सकता है क्योंकि यदि यह किरणें हमारे शरीर पर अधिक समय तक पड़ें तो उससे त्वचा का कैंसर हो सकता है। सौभाग्य से सूर्य के प्रकाश में उपस्थित अधिकांश पराबैंगनी किरणें, ऊपरी वायुमण्डलीय क्षेत्र में, ओजोन द्वारा अवशोषित कर ली जाती हैं। तथापि, अवरक्त एवम् पराबैंगनी दोनों ही प्रकार की किरणों के बहुत से उपयोग हैं। उदाहरण के लिए, सभी गर्म वस्तुएं ठंडी होने की प्रक्रिया में अवरक्त किरणें उत्सर्जित करती हैं। हमारे शरीर से भी अवरक्त किरणें निकलती रहती हैं। सौर-कुकर जैसे सौर-ऊर्जा उपकरण सूर्य के प्रकाश से मुख्यतः अवरक्त किरणें अवशोषित करते हैं। अनेक वैज्ञानिक-शोध कार्यों में पराबैंगनी प्रकाश के लैंपों का उपयोग होता है। जाली करंसी नोटों की पहचान के लिए भी इनका उपयोग किया जाता है।

प्रकाश का विक्षेपण तब भी होता है जब प्रकाश जल की बूंदों से गुजरता है। वायुमंडल के ऊपरी भाग में विद्यमान जल की सूक्ष्म बूँदों से सूर्य के प्रकाश के वर्ण विक्षेपण के परिणामस्वरूप

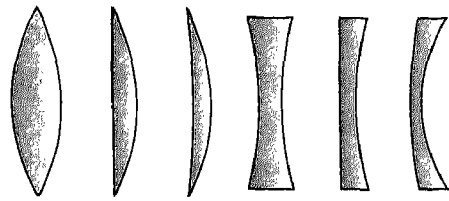
चित्र 10.10 वायुमण्डल में विद्यमान जल की सूक्ष्म बूंदों द्वारा सूर्य के प्रकाश के अपवर्तन के कारण इंद्रधनुष बनता है

ही इंद्रधनुष दिखाई पड़ता है (चित्र 10.10)। प्रकाश के विक्षेपण के विषय में और अधिक आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

इनके उत्तर दीजिए

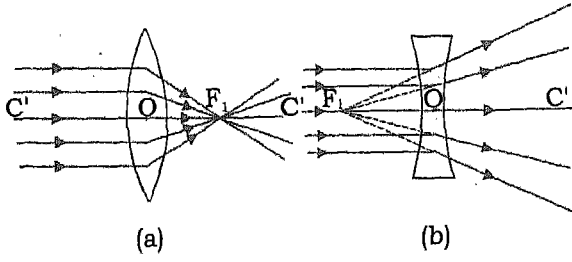
1. सूर्य के प्रकाश के वर्णक्रम में वर्ण जिस क्रम में दिखाई देते हैं उस क्रम में उनके नाम लिखिए।
2. सूर्य के प्रकाश में सात वर्ण होते हैं यह खोज किसने की?
3. लेसर किरण पुंज में केवल एक वर्ण होता है। लेसर किरण यदि किसी प्रिज्म पर डाली जाए तो क्या वर्णक्रम बनेगा?

10.5 गोलीय लेंस

आपने लोगों को चश्मे पहने हुए देखा होगा। घड़ीसाज़ घड़ियों को ठीक करते समय उसके बहुत छोटे-छोटे कलपुर्जों को देखने के लिए फ्रेम में लगा काँच का एक टुकड़े का उपयोग करते हैं। चश्मों में लगे हुए या घड़ीसाज़ द्वारा उपयोग में लाए जाने वाले काँच के ऐसे टुकड़े लेंसों के उदाहरण हैं। लेंस क्या है? किसी पारदर्शी पदार्थ का एक ऐसा टुकड़ा जिसके दोनों पृष्ठों की वक्रता-त्रिज्याएं अलग-अलग हों, लेंस कहलाता है। लेंसों की कुछ सामान्य आकृतियां चित्र 10.11

चित्र 10.11 लेंसों की कुछ सामान्य आकृतियां

में दर्शाई गई हैं। आकृति के आधार पर लेंसों को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है - उत्तल एवम् अवतल। लेंस के एक पृष्ठ का उत्तल या अवतल होना आवश्यक है। यदि किसी लेंस के दोनों पृष्ठ उत्तल हों, तो इसे द्वि-उत्तल या केवल उत्तल लेंस कहते हैं। इसी प्रकार दोनों अवतल पृष्ठों वाला लेंस द्वि-अवतल या केवल अवतल लेंस कहलाता है।

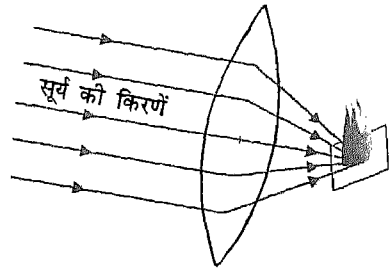
क्योंकि लेंस के दो गोलीय पृष्ठ होते हैं, इनमें से प्रत्येक पृष्ठ का अपना अलग वक्रता-केंद्र होता है। आइए, चित्र 10.12 में दर्शाए गए उत्तल-लेंस पर ध्यान दें। यदि इसके दो पृष्ठों के वक्रता-केंद्र C एवम् C' बिंदु हैं, तो इन बिंदुओं से गुजरने वाली सरल-रेखा CC', लेंस का **मुख्य-अक्ष** कहलाती है। बिंदु O, लेंस का केंद्र या प्रकाशिक केंद्र कहलाता है।

माना कि मुख्य अक्ष के समांतर आने वाला कोई प्रकाश पुंज लेंस पर पड़ता है

चित्र 10.12 (a) मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश किरणें उत्तल-लेंस से अपवर्तित होने के पश्चात् उसके फोकस पर अभिसारित हो जाती हैं, जबकि (b) मुख्य अक्ष के समांतर किरणें अवतल लेंस से अपवर्तन के बाद अपसारित हो जाती हैं

[चित्र 10.12(a)]। प्रयोग द्वारा यह पाया गया कि लेंस से अपवर्तन के पश्चात् इस प्रकाश पुंज की सभी किरणें एक बिंदु, F, से गुजरती हैं। यह बिंदु लेंस का **मुख्य-फोकस** या **फोकस** कहलाता है। लेंस के प्रकाशिक केंद्र एवम् फोकस के बीच की दूरी को **फोकस-दूरी** कहते हैं। इसी प्रकार, यदि मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश पुंज लेंस के दूसरी ओर से आता हुआ इसके ऊपर पड़ता है तो अपवर्तन के बाद किरणें बिंदु F_2 से गुजरती हैं। इस प्रकार किसी उत्तल-लेंस के दो फोकस होते हैं एक इसके इस ओर और दूसरा दूसरी ओर।

जैसा चित्र 10.12 (a) में दिखाया गया है, उत्तल लेंस पर पड़ने वाला समांतर किरण पुंज इससे अपवर्तन के पश्चात् फोकस की ओर अभिसारित हो जाता है। इसलिए, इसको **अभिसारी लेंस** भी कहते हैं। इसके विपरीत अवतल लेंस पर पड़ने वाली समांतर प्रकाश किरणें इससे अपवर्तित होने पर अपसारित हो जाती हैं। इसलिए यह **अपसारी लेंस** कहलाता है [(चित्र 10.12 (b)]।

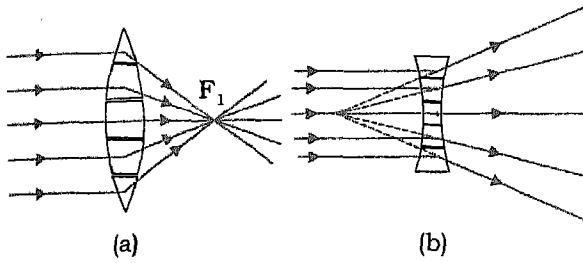
क्रियाकलाप 5

एक उत्तल लेंस लीजिए और उसे सूर्य की किरणों के लंबवत् पकड़िए। दूसरे हाथ से एक कागज को लेंस के दूसरी तरफ पकड़िए। लेंस को आगे-पीछे करते हुए ऐसी स्थिति पर लाइए कि कागज पर प्रकाश का चमकीला बिंदु प्राप्त हो (चित्र 10.13)। यदि इस

चित्र 10.13 किसी उत्तल लेंस के फोकस पर रखा कागज का टुकड़ा सूर्य किरणों के अभिसारित होने के कारण जलने लगता है

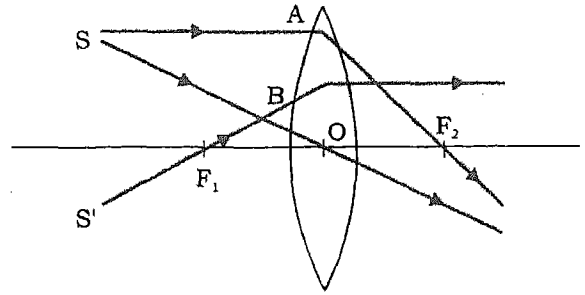
स्थिति में आप कागज और लेंस को एक या दो मिनट तक रखे रहें तो आप पाएंगे कि कागज जलने लगता है। यदि सादे सफेद कागज के स्थान पर कार्बन-पेपर प्रयोग में लाया जाए, तो यह अपेक्षाकृत बहुत ही कम समय में जलने लगेगा।

कागज का टुकड़ा जलता क्यों है? ऐसा इसलिए है, क्योंकि सूर्य से आने वाले प्रकाश की किरणें एक समांतर किरण पुंज बनाती हैं। ये सभी किरणें लेंस के फोकस पर अभिसारित हो जाती हैं। सूर्य किरणों के एक बहुत छोटे बिंदु पर संकेंद्रण से उत्पन्न ऊष्मा, कागज के टुकड़ों को जलाने के लिए पर्याप्त होती है। अतः ध्यान रखिए, कभी भी सीधे या लेंस

से सूर्य को मत देखिए, क्योंकि ऐसा करने से आंखों को असंशोधनीय क्षति हो सकती है।

आइए, अब यह समझने का प्रयास करें कि कोई समांतर प्रकाश पुंज उत्तल लेंस से अपवर्तन के पश्चात् फोकस F पर अभिसारित क्यों होता है [चित्र 10.12(a)]? आइए, कल्पना करें कि उत्तल-लेंस बहुत से छोटे-छोटे काँच के टुकड़ों को चित्र 10.14(a) के अनुसार जोड़ने से बना है।

चित्र 10.14 लेंसों को एक काँच पट्टिका के दोनों ओर रखे बहुत से प्रिज्मों से बना मान कर इनकी (a) अभिसारी तथा (b) अपसारी क्रिया को स्पष्ट किया जा सकता है

चित्र से यह स्पष्ट है कि लेंस के केंद्र पर स्थित टुकड़ा काँच की पट्टिका जैसा है, जबकि बाहर की ओर के टुकड़े प्रिज्म से मिलते जुलते हैं। याद कीजिए कि प्रिज्म से अपवर्तित होने पर किरण उसके आधार की ओर मुड़ जाती है। जब मुख्य अक्ष के समांतर किरणें लेंस की परिरेखा के पास इस पर पड़ती हैं तो वहाँ स्थित प्रिज्म जैसी संरचनाओं के आधारों की ओर मुड़ जाती है। इसलिए, लेंस पर, मुख्य अक्ष के समांतर आपतित प्रकाश किरणें, इसके केंद्रीय भाग की ओर अभिसारित हो जाती हैं और बिंदु F_1 से गुजरती हैं। मुख्य अक्ष के अनुदिश आने वाली किरण, लेंस के केंद्र में स्थित समांतर फलकों वाली पट्टिका जैसी, संरचना पर अभिलंबवत् पड़ती है। इसलिए, यह किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात् बिना विचलित हुए गुजर जाती है। अवतल लेंस के प्रकरण में संपूर्ण प्रक्रिया इसके विपरीत होती है, और समांतर किरणें मुख्य अक्ष से परे हट जाती हैं [चित्र 10.14 (b)]।

यदि एक बार हम यह जान लें कि लेंस से अपवर्तन के पश्चात् प्रकाश किरण की दिशा कैसे निर्धारित करते हैं, तो हमें लेंस द्वारा किसी वस्तु के बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति निर्धारित करने में कोई कठिनाई नहीं होगी। ऐसा हम किरण-आरेख बनाकर, ठीक उसी प्रकार कर सकते हैं जैसे हमने पिछली कक्षा में गोलीय दर्पणों के लिए किया था। किरण आरेख बनाने

चित्र 10.15 लेंसों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों के अध्ययन में किरण आरेख बनाने के लिए इन तीन में से कोई दो किरणें लेना पर्याप्त है

के लिए हम प्रायः निम्नलिखित तीन किरणों का उपयोग करते हैं (चित्र 10.15):

(i) मुख्य अक्ष के समांतर किरण SA, अपवर्तन के पश्चात् या तो फोकस F_2 से गुजरती है (उत्तल लेंस) या फिर इससे अपसरित होती हुई प्रतीत होती है (अवतल लेंस)।

(ii) फोकस F_2 से गुजरने वाली या इसकी ओर निर्दिष्ट किरण S'B अपवर्तन के पश्चात् मुख्य

अक्ष के समांतर हो जाती है। यह इस तथ्य का स्वाभाविक परिणाम है कि आपतित और अपवर्तित किरणें परस्पर उत्क्रमणीय हैं।

(iii) प्रकाशीय-केंद्र से गुजरने वाली किरण SO बिना विचलित हुए सीधे गुजर जाती है।

ऊपर बताई गई तीन किरणों में से कोई दो किरणें लेकर किरण आरेख बनाया जा सकता है और लेंसों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों का अध्ययन किया जा सकता है।

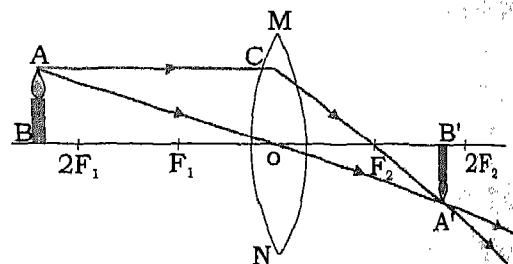
इनके उत्तर दीजिए

1. दैनिक जीवन में लेंसों के दो सामान्य उपयोग लिखिए।
2. लेंस के दो पृष्ठों के वक्रता-केंद्रों को मिलाने वाली रेखा इसका ________ कहलाती है।
3. उत्तल लेंस को ________ लेंस भी कहते हैं।
4. लेंस का वह बिंदु जिससे प्रकाश विचलित हुए बिना गुजर जाता है, ________ कहलाता है।

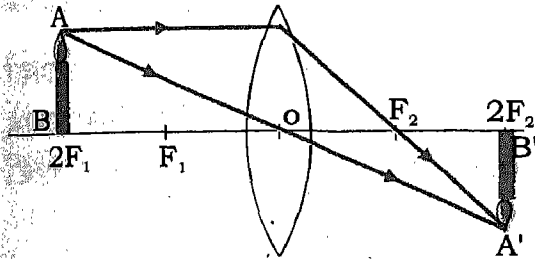
10.6 उत्तल लेंस से बना प्रतिबिंब

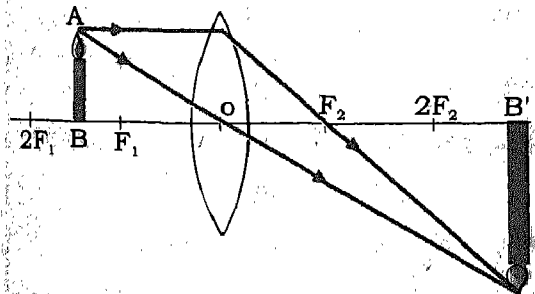
कोई उत्तल लेंस अपने सामने रखी किसी वस्तु का वास्तविक या आभासी प्रतिबिंब बनाता है। उत्तल लेंस द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की प्रकृति, आमाप एवम् स्थिति, लेंस की फोकस दूरी तथा इससे वस्तु की दूरी पर निर्भर करती हैं।

क्रियाकलाप 6

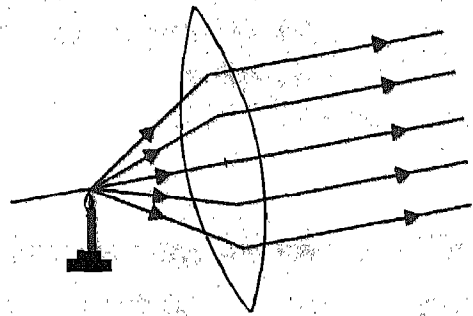
ज्ञात फोकस दूरी का कोई लेंस लीजिए और इसे एक लेंस-धारक में लगाइए। एक मोमबत्ती को जलाकर उसे लेंस की फोकस दूरी की दोगुनी से अधिक दूरी पर रखिए। लेंस की दूसरी ओर एक पर्दा रखिए। सुनिश्चित करिए कि मोमबत्ती की लौ एवम् पर्दा एक ही सीध में लेंस के मुख्य अक्ष के अनुरूप तल में रहें। पर्दे को आगे पीछे करके वह स्थिति प्राप्त कीजिए जिस पर मोमबत्ती की लौ का भलीभाँति फोकसित अर्थात् स्पष्ट प्रतिबिंब पर्दे पर बनता है। आप पाएंगे कि लौ की तुलना में यह प्रतिबिंब आमाप में छोटा और उलटा है। यह प्रतिबिंब f और $2f$ के बीच बनता है, जबकि f लेंस की फोकस-दूरी है। चित्र 10.16 में प्रकाश किरण-आरेख द्वारा यह दिखाया गया है कि प्रतिबिंब कैसे बनता है।

चित्र 10.16 *यदि वस्तु 2F से परे रखी हो तो उत्तल लेंस से प्रतिबिंब f और 2f के बीच बनता है*

अब मोमबत्ती को लेंस से $2f$ दूरी पर रखिए। पर्दे को आगे-पीछे करके वह स्थिति प्राप्त करिए जिस पर मोमबत्ती की लौ का स्पष्ट प्रतिबिंब इस पर बने। आप पाएंगे कि अब प्रतिबिंब का आमाप उतना ही है जितना मोमबत्ती की लौ का। इस बार भी प्रतिबिंब वास्तविक और उल्टा है। यदि आप लेंस से प्रतिबिंब की दूरी मापें तो आप पाएंगे कि यह भी $2f$ के बराबर ही है। अतः, जब वस्तु को

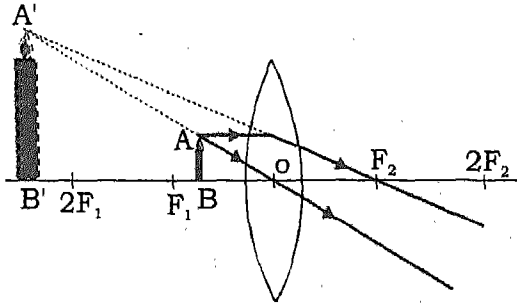
किसी उत्तल लेंस के सामने $2f$ दूरी पर रखा जाता है तो लेंस के दूसरी ओर वास्तविक, उलटा और समान आमाप का प्रतिबिंब बनता है। चित्र 10.17 में उस स्थिति में प्रकाश किरण आरेख द्वारा प्रतिबिंब बनने की प्रक्रिया को दर्शाया गया है जबकि वस्तु उत्तल लेंस के सामने $2f$ दूरी पर रखी हो।

चित्र 10.17 यदि उत्तल लेंस के सामने वस्तु 2 f की दूरी पर रखी हो तो इसका प्रतिबिंब भी 2 f की दूरी पर ही बनता है

इसके पश्चात् मोमबत्ती को और आगे f एवम् $2f$ के बीच ले जाइए और लौ का स्पष्ट प्रतिबिंब पर्दे पर प्राप्त करिए। यद्यपि यह प्रतिबिंब भी पहले की भांति ही वास्तविक एवम् उलटा है, पर अब इसका आमाप मोमबत्ती की लौ के आमाप से बड़ा है। ध्यान दीजिए,

चित्र 10.18 यदि वस्तु f और 2f के बीच रखी हो, तो इसका प्रतिबिंब 2f के परे बनता है

यह प्रतिबिंब $2f$ से अधिक दूरी पर बना है। इस प्रतिबिंब का बनना चित्र 10.18 में प्रस्तुत किरण–आरेख द्वारा दर्शाया गया है।

अब मोमबत्ती को लेंस के फोकस पर रखिए। पर्दे को पीछे हटाते हुए मोमबत्ती की लौ का स्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त करने का प्रयास करिए। यदि मोमबत्ती की लौ ठीक लेंस के फोकस पर है, तो आपको पर्दे पर इसका स्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त नहीं हो सकता। आपको पर्दे पर प्रकाश का एक धब्बा मात्र दिखाई देगा। ऐसा इसलिए है, क्योंकि, लेंस से अपवर्तन के पश्चात् प्रकाश की किरणें समांतर हो जाती हैं (चित्र 10.19)। इस स्थिति में यह कहा जाता है कि प्रतिबिंब अनंत पर बन रहा है और यह वास्तविक, उल्टा एवम् आकार में बहुत बड़ा है।

चित्र 10.19 यदि वस्तु उत्तल लेंस के फोकस पर रखी है, तो इसका प्रतिबिंब अनंत पर बनता है

अंत में मोमबत्ती को फोकस एवम् लेंस के बीच में रखिए। पर्दे पर प्रतिबिंब बनाने का प्रयास करिए। आप पाएंगे कि ऐसा करना संभव नहीं है। यदि आप लेंस के माध्यम से मोमबत्ती की लौ को देखें तो आपको इसका

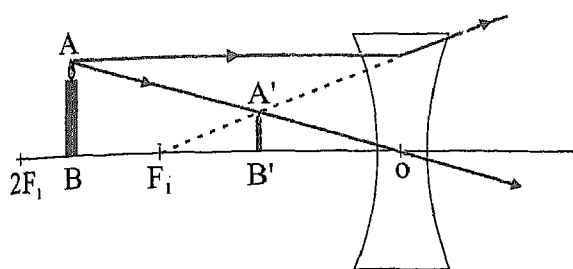
बड़ा और सीधा प्रतिबिंब दिखाई देगा। यह प्रतिबिंब आभासी है इसीलिए आप इसे पर्दे पर प्राप्त नहीं कर सके। चित्र 10.20 में उस स्थिति में प्रकाश किरण-आरेख द्वारा प्रतिबिंब का बनना दर्शाया गया है जबकि वस्तु लेंस एवम् फोकस के बीच रखी हो। ध्यान दीजिए कि प्रतिबिंब उसी ओर बनता है जिस ओर वस्तु रखी हुई है।

चित्र 10.20 जब वस्तु लेंस और इसके फोकस के बीच रखी हो तो प्रतिबिंब उसी ओर बनता है जिस ओर वस्तु रखी है

सारणी 10.2 में वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए उत्तल लेंस से बनने वाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति, आमाप एवम् स्थिति दर्शायी गई हैं। पिछली कक्षा में आपने वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए, अवतल दर्पण से बनने वाले प्रतिबिम्बों के बारे में अध्ययन किया था। यदि आप दोनों की तुलना करें तो आप पाएंगे कि जहाँ तक प्रकृति, आमाप एवम् स्थिति का प्रश्न है, तो दोनों से बनने वाले प्रतिबिम्बों में समानता है। फिर भी, आपको यह ध्यान रखना होगा कि अवतल-दर्पण प्रकाश को परावर्तित करता है जबकि उत्तल-लेंस इसको अपवर्तित करता है।

इसके विपरीत द्वि-अवतल लेंस के सामने वस्तु को हम कहीं भी रखें इसके द्वारा सदैव आभासी एवम् छोटा प्रतिबिम्ब बनता है। चित्र 10.21 अवतल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना दर्शाने के लिए प्रकाश किरण आरेख प्रस्तुत किया गया है।

लेंस विभिन्न उद्देश्यों के लिए उपयोग किए जाते हैं। सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शक एवम् कैमरे बनाने में

सारणी 10.2: उत्तल लेंस द्वारा बने किसी वस्तु के प्रतिबिंबों की प्रकृति, स्थिति एवम् आमाप

वस्तु की स्थिति	*प्रतिबिंब की स्थिति*	*प्रतिबिंब की प्रकृति*	*प्रतिबिंब का आमाप*
$2f$ से दूर	f और $2f$ के बीच	वास्तविक एवम् उल्टा	वस्तु से छोटा
$2f$ पर	$2f$ पर	वास्तविक एवम् उल्टा	उसी आमाप का जितनी वस्तु है
f और $2f$ के बीच	$2f$ से दूर	वास्तविक एवम् उल्टा	वस्तु से बड़ा
f पर	अनंत पर	वास्तविक एवम् उल्टा	वस्तु की तुलना में बहुत बड़ा
f और लेंस के बीच	उसी ओर जिस ओर वस्तु रखी है	आभासी एवम् सीधा	वस्तु से बड़ा

चित्र 10.21 अवतल लेंस के सामने वस्तु कहीं भी रखी हो, उसका सदैव आभासी प्रतिबिंब बनता है

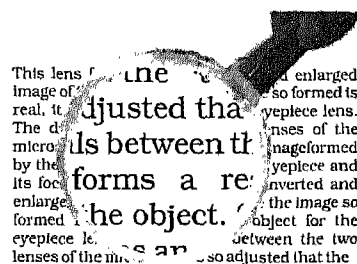
इनका उपयोग होता है। चश्मे बनाने में भी इनको उपयोग में लाते हैं। अब हम लेंसों के कुछ उपयोगों का अध्ययन करेंगे।

इनके उत्तर दीजिए

1. यदि उत्तल लेंस द्वारा बना प्रतिबिंब वास्तविक, उलटा और आमाप में वस्तु के समान है, तो लेंस के सामने वस्तु ——— दूरी पर रखी होनी चाहिए।
2. कोई प्रकाश किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात् भी उसी दिशा में गमन करती रहती है। इसका अर्थ है कि किरण लेंस के ——— से गुजरती है।
3. किसी उत्तल लेंस के फोकस पर रखा दीप्त बल्ब ——— किरण पुंज प्रदान करेगा।
4. आपको एक उत्तल और एक अवतल लेंस दिया गया है। लेंसों के पृष्ठ बिना स्पर्श किए आप इन्हें कैसे पहचानेंगे।
5. सिनेमा हाल के पर्दे पर दिखाई देने वाले चित्र वास्तविक होते हैं या आभासी?

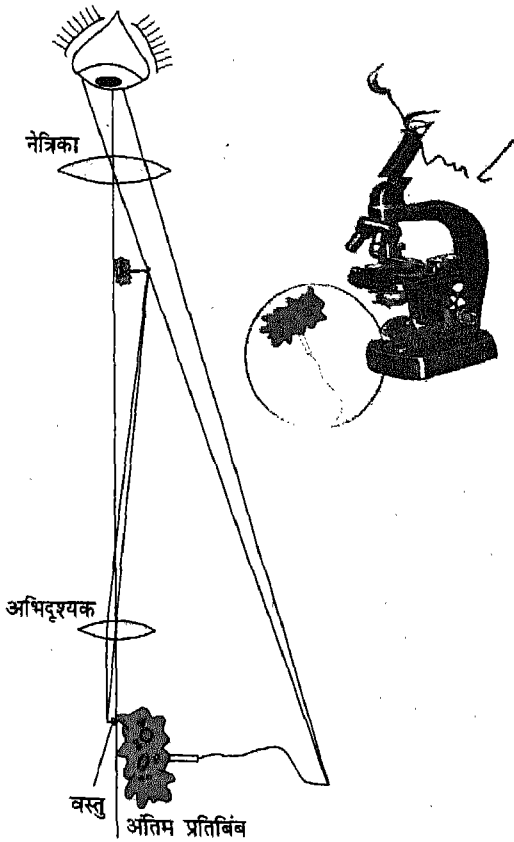
10.7 लेंसों के अनुप्रयोग

आवर्धक लेंस

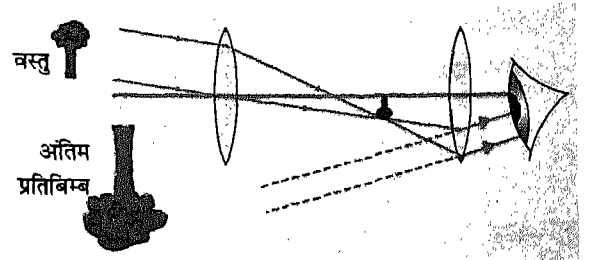
आवर्धक लेंस, वास्तव में, एक उत्तल लेंस ही है। उपयोग की सुविधा के लिए प्राय: इस लेंस को एक हैंडिल युक्त फ्रेम में जड़ देते हैं। इसका उपयोग छोटी वस्तुओं के बड़े एवम् सीधे प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए किया जाता है (चित्र 10.22)। इस उद्देश्य के लिए प्राय: कम फोकस दूरी का एक उत्तल लेंस उपयोग किया जाता है। घड़ी साजों द्वारा उपयोग में लाया जाने वाला लेंस भी आवर्धक लेंस ही होता है।

चित्र 10.22 छोटी वस्तुओं को बड़ा करके देखने के लिए आवर्धक लेंस उपयोग किया जाता है

सूक्ष्मदर्शी

सूक्ष्मदर्शी एक ऐसी युक्ति है जिसका उपयोग, नंगी आँखों से न देखे जा सकने योग्य अत्यंत सूक्ष्म वस्तुओं के आवर्धित प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए किया जाता है। आवर्धक लेंस को सूक्ष्मदर्शी का सरलतम रूप माना जा सकता है। सर्वाधिक उपयोग होने वाले सूक्ष्मदर्शी में एक छोटी बेलनाकार नलिका के दोनों सिरों पर दो उत्तल-लेंस लगे होते हैं। इस प्रकार के सूक्ष्मदर्शी को संयुक्त-सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। एन्टॉनी वान ल्यूवेनहॉक (1632-1723) ने संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार किया था। सूक्ष्मदर्शी के ऊपरी सिरे पर लगा वह लेंस जिससे वस्तु का आवर्धित प्रतिबिंब देखते हैं, **नेत्रिका** कहलाता है। देखने वाली वस्तु को नलिका के दूसरे सिरे पर लगे लेंस के सामने रखते हैं। यह लेंस सूक्ष्मदर्शी

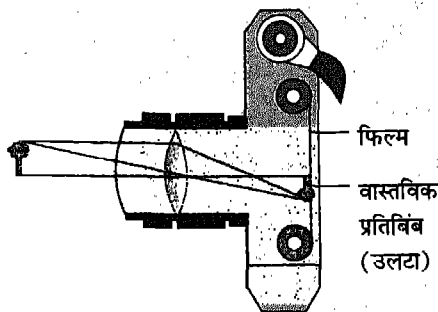
का **अभिदृश्यक** कहलाता है। वस्तु को, अभिदृश्यक के सामने इसकी फोकस दूरी से थोड़ी अधिक दूरी पर रखा जाता है। इस लेंस से वस्तु का वास्तविक, आवर्धित तथा उलटा प्रतिबिंब बनता है। क्योंकि, इस प्रकार बना प्रतिबिंब वास्तविक है, यह नेत्रिका लेंस के लिए वस्तु की भांति कार्य करता है। सूक्ष्मदर्शी के दो लेंसों के बीच की दूरी का समायोजन इस प्रकार किया जाता है कि अभिदृश्यक द्वारा बना प्रतिबिंब नेत्रिका और इसके फोकस के बीच बने। इस प्रकार नेत्रिका वस्तु का और बड़ा परन्तु आभासी प्रतिबिंब बना देती हैं (चित्र 10.23)।

चित्र 10.23 संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रतिबिंब का बनना दर्शाने के लिए किरण-आरेख

दूरदर्शक

दूरदर्शक या दूरबीन एक ऐसी युक्ति है जिसका उपयोग चंद्रमा और ग्रहों जैसी दूर स्थित वस्तुओं के आवर्धित दृश्य प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इसे खगोलीय दूरदर्शक कहते हैं। अपने सरलतम रूप में खगोलीय दूरदर्शक में दो लेंस होते हैं, जो एक लंबी बेलनाकार नलिका के दो सिरों पर लगे रहते हैं। दोनों में से एक लेंस, नेत्रिका का कार्य करता है जबकि दूसरा दूरदर्शक के अभिदृश्यक का कार्य करता है। दूरदर्शक का अभिदृश्यक कोई अधिक फोकस-दूरी का उत्तल-लेंस रखा जाता है, अभिदृश्यक का आमाप भी जितना संभव हो उतना बड़ा रखा जाता है ताकि यह दूरस्थ वस्तु से अधिक से अधिक प्रकाश एकत्र कर सके। अभिदृश्यक दूर रखी वस्तु का अपने फोकस के निकट अत्यंत छोटा और वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। अभिदृश्यक द्वारा बना वास्तविक प्रतिबिंब उलटा होता है और नेत्रिका के लिए वस्तु की भांति कार्य करता है। दूरदर्शक के अभिदृश्यक एवम् नेत्रिका के बीच की दूरी को इस प्रकार समायोजित किया जाता है कि अभिदृश्यक से बनने वाला प्रतिबिंब नेत्रिका लेंस और इसके फोकस के बीच बने। तब, अंततः नेत्रिका द्वारा बनने वाला प्रतिबिंब आवर्धित एवम् आभासी होता है (चित्र

चित्र 10.24 दूरदर्शक से प्रतिबिंब का बनना स्पष्ट करने के लिए किरण-आरेख

10.24)। इस प्रकार वस्तु को दूरदर्शक से देखने पर प्राप्त अंतिम प्रतिबिंब वस्तु की तुलना में उलटा होता है। तथापि, खगोलीय पिंडों का अवलोकन करने में इससे कोई अंतर नहीं आता। अपने चारों ओर पृथ्वी पर स्थित दूर की वस्तुओं का सीधा आवर्धित प्रतिबिंब देखना हो, तो, अभिदृश्यक एवम् नेत्रिका के बीच एक और लेंस लगाया जाता है। इस प्रकार के दूरदर्शकों को **पार्थिव दूरदर्शक** कहते हैं।

फोटोग्राफिक कैमरा

आपने फोटो खींचने के लिए कैमरा क्लिक किया होगा या कम से कम दूसरों को तो ऐसा करते हुए देखा ही होगा। फोटोग्राफिक कैमरा एक अन्य ऐसी युक्ति है जिसमें हम लेंसों के गुणों का उपयोग करते हैं। किसी फोटोग्राफिक कैमरे में, अनिवार्यत: एक प्रकाशरोधी बॉक्स होता है, जिसके एक फलक पर एक उत्तल लेंस लगा होता है और इसमें सामने वाले अर्थात् विपरीत फलक पर एक फोटोग्राफिक फिल्म रखी होती है। जिस वस्तु का फोटोग्राफ लिया जाना है, लेंस द्वारा उसका छोटा, उल्टा और वास्तविक प्रतिबिंब फिल्म पर बनता है (चित्र 10.25)। कैमरे के सामने विभिन्न दूरियों पर स्थित वस्तुओं के

चित्र 10.25 एक फोटोग्राफिक कैमरा

कदाचित आप यह जानने में रुचि रखते हैं कि फोटोग्राफिक फिल्म किसी वस्तु का चित्र लेने में हमारी सहायता कैसे करती है। फोटोग्राफिक फिल्में एक विशेष प्रकार की प्लैस्टिक की पतली पारदर्शी चादरों से बनती हैं। फोटोग्राफिक फिल्म बनाने के लिए इन चादरों के ऊपर प्रकाश-संवेदी रसायनों की कुछ पर्तें चढ़ा दी जाती हैं। प्रकाश संवेदी रसायनों में एक विशेष गुण होता है। प्रकाश में उद्‌भासित होने पर इनमें रासायनिक परिवर्तन होता है जिसके फलस्वरूप एक नया पदार्थ बनता है। प्रकाश का यह प्रभाव इसकी तीव्रता पर निर्भर करता है। प्रकाश की तीव्रता जितना अधिक होगी, फिल्म पर लगे रसायनों की उतनी ही अधिक पर्तें इससे प्रभावित होंगी और उनमें रासायनिक परिवर्तन होगा। जब फिल्म पर कैमरे द्‌वारा वस्तु का प्रतिबिंब बनता है, तो वस्तु के विभिन्न भागों की चमक के अनुरूप ही इसके विभिन्न भाग प्रभावित होते हैं। कैमरे में प्राय: फिल्म को एक रोल के रूप में उपयोग किया जाता है। कैमरे में की गई एक विशेष यांत्रिक व्यवस्था द्‌वारा फिल्म के केवल एक छोटे भाग को ही लेंस के सामने लाया जाता है। जब पूरा रोल एक-एक कर उद्‌भासित हो जाता है, तो इसको विशिष्ट रसायनों के एक घोल में धोते हैं। यह घोल, फिल्म के उस भाग से प्रकाश संवेदी रसायनों को घोलकर फिल्म से हटा देता है जो उद्‌भासित होने से बचे रहते हैं। इस प्रक्रिया को **डेवलपिंग** कहते हैं और इससे हमें कैमरे द्‌वारा लिए गए फोटोग्राफ के **निगेटिव** प्राप्त हो जाते हैं। फिर विशेष प्रकार के फोटो संवेदी कागज पर इनके पॉजिटिव प्रिंट ले लिए जाते हैं।

आजकल ऐसे कैमरे भी बनाए जा रहे हैं जो प्रतिबिंबों को विद्युत-संकेतों में परिवर्तित कर उन्हें कंप्यूटर के पर्दे पर प्राप्त कर लेते हैं, अथवा वीडियो टेप पर रिकॉर्ड कर लेते हैं। आजकल तो इस प्रकार के कैमरों द्‌वारा लिए गए चित्रों के कंप्यूटर प्रिंट प्राप्त करना भी संभव है। तथापि आज भी लेंस इस प्रकार के कैमरों का सबसे महत्वपूर्ण घटक हैं।

प्रतिबिंब फिल्म पर फोकसित करने के लिए कैमरे के लेंस और फिल्म के बीच की दूरी को समायोजित किया जा सकता है। एक सरल क्रियाकलाप द्वारा आप यह समझ सकेंगे कि कैमरे में फिल्म पर प्रतिबिंब कैसे बनता है।

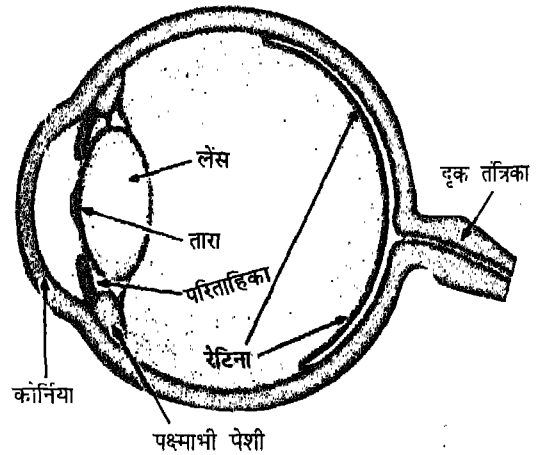
क्रियाकलाप 7

एक उत्तल-लेंस लीजिए और एक गत्ते का ऐसा टुकड़ा भी लीजिए जिस पर सफेद कागज़ चिपका हो। खिड़की के पास खड़े होकर एक हाथ में लेंस और दूसरे में गत्ते के टुकड़े को पकड़िए। लेंस को आगे पीछे करते हुए धूप से अच्छी तरह प्रकाशित किसी भवन या वृक्ष का स्पष्ट प्रतिबिंब गत्ते पर बनाइए। यदि आप पर्दे पर बने प्रतिबिंब के विभिन्न भागों में प्रकाश और छाया की स्थितियों का सावधानीपूर्वक अध्ययन करें तो आप पाएंगे कि इसमें परिवर्तन वस्तु के तद्नुरूपी भागों की चमक में परिवर्तन के अनुसार ही हुआ है। कैमरे में गत्ते के पर्दे के स्थान पर फोटोग्राफिक फिल्म लगाई जाती है।

10.8 मानव नेत्र : एक सजीव लेंस

हमारे नेत्र चारों ओर के खूबसूरत संसार को देखने में हमारी सहायता करते हैं। नेत्रों का सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण भाग उत्तल-लेंस से मिलती-जुलती एक संरचना है, जो सजीव कोशिकाओं की बनी है। हमारे नेत्रों के लेंस भी हमारे शरीर के उतने ही सजीव अंग हैं, जितना कि कोई भी अन्य अंग। नेत्र-लेंस, में विविध प्रकार की सजीव कोशिकाएं होती हैं जिनमें से अनेक शरीर के अन्य भागों की कोशिकाओं जैसी ही हैं। फिर भी, नेत्र लेंस की प्रत्येक कोशिका काँच की भांति पारदर्शी है, ताकि इससे प्रकाश गमन कर सके।

नेत्र-लेंस, काँच के लेंस की तुलना में किन अर्थों में भिन्न है? हम जानते हैं कि काँच के लेंस की एक निश्चित मोटाई होती है और इसलिए इसकी फोकस-दूरी भी नियत होती है। परंतु अधिकांश समय वस्तुओं को देखते समय हम अपने नेत्र-लेंस की मोटाई और इसलिए इसकी फोकस दूरी में निरंतर परिवर्तन करते रहते हैं। यही कारण है कि किसी क्षण तो हम अपनी पुस्तक में छपे, शब्दों को देख रहे होते हैं और अगले ही क्षण हम श्यामपट्ट पर लिखे शब्द देखने लग जाते हैं। यह कैसे संभव होता है? आइए, इसे समझने का प्रयास करें।

चित्र 10.26 में हमारे नेत्र की संरचना को सरल रूप में दर्शाया गया है। हमारे नेत्रों की

चित्र 10.26 नेत्र की संरचना

आकृति कुछ-कुछ गेंद जैसी है। नेत्र-गोलक में आगे की ओर स्थित नेत्र लेंस, सामने रखी वस्तु का उलटा एवम् वास्तविक प्रतिबिंब अपने पीछे

स्थित रेटिना पर बनाता है। रेटिना एक पतला ऊतक होता है जिसमें कोशिकाओं की कई परतें होती हैं। रेटिना की सबसे महत्त्वपूर्ण परत में तंत्रिका-कोशिकाएं होती हैं जो प्रकाश की तीव्रता और रंगों के प्रति संवेदी होती हैं। तंत्रिका कोशिकाएं, विशेष संकेतों के रूप में, प्रतिबिंब संबंधी सूचनाएं रेटिना से मस्तिष्क तक ले जाती हैं। मस्तिष्क, तब इन संकेतों की व्याख्या करके हमें इस योग्य बनाता है कि हम उन वस्तुओं को देख सकें जो हमारे नेत्रों के सामने हैं।

नेत्र-लेंस, नेत्र-गोलक से जुड़ी पक्ष्माभी (सिलियरी) पेशियों द्वारा अपनी स्थिति में बना रहता है। जब हम अपने निकट की वस्तुओं को देखते हैं तो पक्ष्माभी पेशियों में संकुचन होता है अर्थात् वे तन जाती हैं। परिणामस्वरूप नेत्र लेंस की मोटाई बढ़ जाती है और उसकी फोकस-दूरी कम हो जाती है। इससे नेत्र इस योग्य हो जाता है कि वह हमारे नेत्र के निकट स्थित वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना पर बना सके। इसके विपरीत, जब हम दूर की वस्तुओं को देखते हैं, तो पक्ष्माभी पेशियां शिथिल हो जाती हैं, अर्थात् फैल जाती हैं। पेशियों के शिथिल होने से नेत्र-लेंस पतला हो जाता है, और इसकी फोकस-दूरी बढ़ जाती है जिससे दूर स्थित वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना पर बन जाता है।

हमारे नेत्र के दूसरे भाग भी उसे उचित रूप से कार्य करने में इसकी सहायता करते हैं। ये भाग हैं- परितारिका (आयरिस), पुतली या कनीनिका (प्यूपिल) एवम् स्वच्छ मंडल (कोर्निया)। परितारिका, नेत्र का रंगीन भाग है जो अधिकतर भारतीयों के प्रकरण में भूरा या काला होता है। यह नेत्र लेंस से गमन करके रेटिना तक पहुँचने वाले प्रकाश के परिमाण को नियंत्रित करता है। परितारिका के केंद्र का काला बिंदु पुतली या कनीनिका कहलाता है। पुतली नेत्र में प्रकाश का प्रवेश द्वार है, यही कारण है कि यह काला दिखाई पड़ता है। तीव्र प्रकाश में परितारिका सिकुड़ कर पुतली का आकार छोटा कर देती है ताकि आँख में अधिक प्रकाश प्रवेश न करे। अंधेरे में परितारिका पुतली को फैला देती है ताकि नेत्र में अधिक प्रकाश प्रवेश कर सके। पारदर्शी पदार्थ की एक पतली परत परितारिका को ढके रखती है जिसे स्वच्छ मंडल कहते हैं। स्वच्छ मण्डल का मुख्य कार्य नेत्र की रक्षा करना है, परंतु कुछ सीमा तक यह प्रकाश के फोकसन में भी सहायता करता है।

सामान्य दृष्टि वाला कोई व्यक्ति पास और दूर स्थित दोनों वस्तुओं को स्पष्टतः देख सकता है। परंतु, कुछ व्यक्ति पास की या दूर की या दोनों ही वस्तुओं को स्पष्टतः नहीं देख पाते। दृष्टि के इस प्रकार के दोष अधिक आयु अथवा अन्य किसी कारण से भी हो सकते हैं जिसमें पक्ष्माभी पेशियाँ कमज़ोर हो जाती हैं। इस प्रकार के दृष्टि दोषों का निराकरण उचित फोकस दूरी के उत्तल या अवतल लेंसों युक्त चश्मे लगा कर किया जा सकता है। कभी-कभी किसी व्यक्ति के दृष्टि-दोषों के निराकरण के लिए एक साथ दोनों ही प्रकार के लेंसों का उपयोग किया जाता है।

अपने नेत्रों की देखभाल कीजिए

हमारे नेत्र संभवतः वह सर्वाधिक शानदार भेंट हैं जो प्रकृति ने हमें प्रदान की है। याद रखिए, आपको केवल दो नेत्र मिले हैं। ऐसा प्रयास कीजिए कि ये जीवन भर आपका साथ निभाएं। आपको इनकी उचित देखभाल करनी चाहिए और किसी भी संभावित क्षति से उनको बचाना चाहिए। कुछ साधारण सावधानियाँ जो आपके नेत्रों की सुरक्षा में

सहायक होंगी, इस प्रकार हैं —

(i) दिन में कम से कम दो बार अपने नेत्रों को स्वच्छ ठंडे पानी से धोइए। इस कार्य के लिए उबाल कर ठंडा किया हुआ स्वच्छ पानी अधिक उपयुक्त रहेगा। पढ़ते समय अथवा नेत्रों द्वारा सावधानीपूर्वक देखकर करने वाले कार्यों को करते समय अत्यधिक तीव्र या अत्यधिक मंद प्रकाश का उपयोग कभी मत कीजिए।

(ii) पढ़ते, दूरदर्शन कार्यक्रमों को देखते या नेत्रों पर अत्यधिक जोर देकर किए जाने वाले कार्य करते समय बीच-बीच में नेत्रों को हटा कर दूर की वस्तुओं को देखिए।

(iii) चलती बस या कार में मत पढ़िए। यहाँ तक कि चलती ट्रेन में भी पढ़ने से बचिए।

(iv) यदि आँख में कुछ गिर जाए तो आँखों को मलिए, मसलिए नहीं। अधिकतम स्थितियों में आपके आँसू इन्हें धो डालेंगे। यदि ऐसा नहीं होता है, तो अपनी आँखों को स्वच्छ ठंडे पानी से धोइए।

(v) खेलते समय लापरवाही बरतने या आस-पास की घटनाओं पर ध्यान न देने से भी कई बार आपकी आँखों को क्षति पहुँच सकती है। चलते, दौड़ते, साईकिल चलाते या दैनिक जीवन के अन्य कार्यों को करते समय बाहर निकली नोकीली वस्तुओं जैसे दीवार में लगे हुक, खूटियाँ, पेड़ की शाखाएं आदि का ध्यान रखिए।

(vi) आँख में चोट लगने या नेत्र-संबंधी अन्य समस्या होने पर तुरंत ही डॉक्टर का परामर्श लीजिए। अपने आप नेत्रों की चिकित्सा का प्रयास नेत्रों के लिए घातक हो सकता है।

क्या आप देखते समय आँखें सिकोड़ते हैं? क्या आपको ऐसा अनुभव होता है कि पढ़ते समय शब्दों को स्पष्ट देखने के लिए आपको पुस्तक को आँखों के पास अथवा आँखों से दूर ले जाना पड़ता है? यदि ऐसा है, तो आपको अपनी आँखों की तुरंत जांच करानी चाहिए। यदि डॉक्टर परामर्श दे, तो चश्मा अवश्य ही लगाना चाहिए। यदि आप अपने किसी मित्र अथवा परिवार के सदस्य को इस प्रकार की समस्याओं से ग्रस्त देखें, तो उन्हें भी बलपूर्वक समझाइए कि वे डॉक्टर का परामर्श अवश्य ही लें।

इनके उत्तर दीजिए

1. सबसे पहले संयुक्त सूक्ष्मदर्शी बनाने वाले वैज्ञानिक का नाम लिखिए।
2. सूक्ष्मदर्शी का उपयोग ——— वस्तुओं के ——— प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए करते हैं जबकि दूरदर्शक का उपयोग ——— वस्तुओं का प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए करते हैं।
3. कैमरे में एक ——— लेंस लगा होता है।
4. हमारे नेत्र वस्तुओं का प्रतिबिंब ——— पर बनाते हैं।
5. उस युक्ति का नाम लिखिए जिसका उपयोग शनि ग्रह के वलयों को देखने के लिए करेंगे।

प्रमुख शब्द

आपतन कोण, अपवर्तन कोण, पक्ष्माभी पेशियाँ, अवतल लेंस, अभिसारी लेंस, उत्तल-लेंस, स्वच्छ मण्डल, विक्षेपण, अपसारी लेंस, निर्गत किरण, फोकस दूरी, फोकस बिंदु, आपतित किरण, अवरक्त प्रकाश, आवर्धक लेंस, सूक्ष्मदर्शी, प्रकाशिक केंद्र, मुख्य-अक्ष, पुतली, कनीनिका, वास्तविक प्रतिबिंब, अपवर्तन, अपवर्तनांक, अपवर्तित किरण, रेटिना, वर्णक्रम, दूरदर्शक, पराबैंगनी।

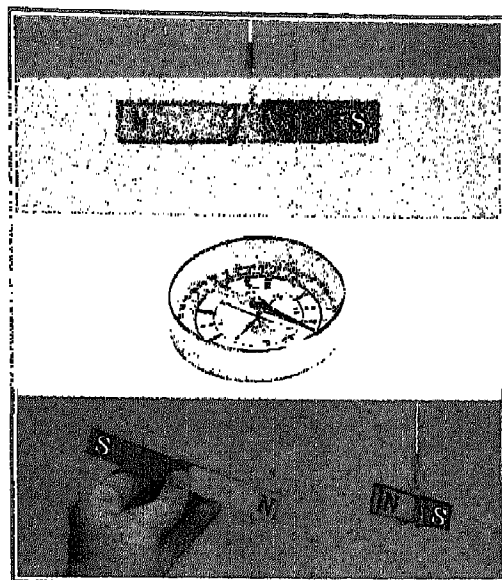
सारांश

- जब प्रकाश एक परदर्शी माध्यम से दूसरे पारदर्शी माध्यम में गमन करता है, तो अपवर्तन होता है।
- किसी वस्तु को यदि पानी जैसे द्रव में आंशिक रूप से डुबा कर रखा जाए तो यह मुड़ी हुई दिखाई पड़ती है।
- प्रकाश की चाल भिन्न-भिन्न पारदर्शी माध्यमों में भिन्न-भिन्न होती है। निर्वात में प्रकाश की चाल सर्वाधिक होती है।
- दो माध्यमों में प्रकाश की चाल का अनुपात एक माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम के अपवर्तनांक को व्यक्त करता है।
- जब प्रकाश, प्रकाशिक विरल माध्यम से प्रकाशिक सघन माध्यम में गमन करता है, तो आपतन कोण का मान अपवर्तन कोण के मान से अधिक होता है।
- किसी आयाताकार काँच की पट्टिका पर आपतित तिर्यक किरण और इसके संगत निर्गत किरण एक दूसरे के समांतर होती हैं, पर इनमें थोड़ा पार्श्विक विस्थापन हो जाता है।
- प्रिज्म में अपवर्तित होने वाला सूर्य का प्रकाश सात वर्णों की पट्टी में विभाजित हो जाता है।
- श्वेत-प्रकाश के वर्णक्रम के सात वर्ण हैं - बैंगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी तथा लाल। इन वर्णों के क्रम को प्राय: परिवर्णी शब्द VIBGYOR द्वारा व्यक्त करते हैं।
- अपने पृष्ठों की प्रकृति के अनुरूप लेंस या तो अभिसारी होते हैं या अपसारी।
- उत्तल लेंस एक अभिसारी लेंस है, जो वस्तु की लेंस से दूरी के अनुसार इसका वास्तविक या आभासी प्रतिबिंब बना सकता है।
- अवतल लेंस एक अपसारी लेंस है। वस्तु चाहे कहीं भी रखी हो इससे सदैव आभासी प्रतिबिंब बनते हैं।
- उत्तल लेंस, आवर्धक लेंस, सूक्ष्मदर्शी एवम् दूरदर्शक बनाने में उपयोग किए जाते हैं।
- फोटोग्राफिक कैमरे का सबसे महत्त्वपूर्ण अंग इसका लेंस है। यह फिल्म पर वस्तु का वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है।
- हमारे नेत्र में एक उत्तल लेंस होता हैं जिसकी फोकस दूरी में पक्ष्माभी पेशियों की क्रिया द्वारा आवश्यकतानुसार परिवर्तन हो जाता है।

अभ्यास

1. बिंदु रूपी किसी वस्तु से चलने वाली प्रकाश किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् जिस बिंदु पर मिलती हैं, वह कहलाता है -
   (i) फोकस
   (ii) वक्रता केंद्र
   (iii) प्रकाशिक केंद्र
   (iv) प्रतिबिंब बिंदु।
2. निम्नलिखित में से कौन-सा पदार्थ लेंस बनाने के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता?
   (i) प्लैस्टिक
   (ii) जल
   (iii) मिट्टी
   (iv) काँच।
3. किसी शब्दकोश के पृष्ठों पर छपे बहुत छोटे अक्षरों को पढ़ने के लिए आप निम्नलिखित में से किसे प्राथमिकता देंगे?
   (i) 100 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस
   (ii) 10 cm फोकस दूरी का अवतल लेंस
   (iii) 5 cm फोकस दूरी का अवतल लेंस
   (iv) 10 cm फोकस दूरी का उत्तल लेंस।
4. किसी पदार्थ के अपवर्तनांक से क्या तात्पर्य है।
5. दैनिक जीवन से अपवर्तन के ऐसे कोई दो उदाहरण लिखिए, जिनका वर्णन इस पुस्तक में नहीं किया गया है।
6. निर्वात के सापेक्ष, 1.6 अपवर्तनांक वाले माध्यम में प्रकाश की चाल क्या होगी? निर्वात में प्रकाश की चाल 300000 km/s है।
7. कोई वस्तु 15 cm फोकस दूरी के उत्तल लेंस से 20 cm की दूरी पर रखी है। किरण-आरेख खींचकर लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब की स्थिति एवम् आमाप दर्शाइए।
8. आपको 5 cm एवम् 20 cm फोकस दूरी वाले दो उत्तल-लेंस दिए गए हैं। इनमें से किसे आप सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक की भांति उपयोग करेंगे। अपने उत्तर का कारण लिखिए।
9. आपको चार लेंस दिए गए हैं। इनमें से दो 200 cm एवम् 10 cm फोकस दूरी के उत्तल लेंस हैं जबकि शेष दो 100 cm एवम् 10 cm फोकस दूरी के अवतल लेंस हैं। दूरदर्शक बनाने के लिए आप इनमें से किन दो लेंसों का उपयोग करेंगे।
10. एक चित्र की सहायता से फोटोग्राफिक कैमरे की कार्य विधि समझाइए।
11. मानव नेत्र के विभिन्न भागों को नामांकित चित्र द्वारा दर्शाइए।
12. आँखों की देखभाल में सावधानी बरतना आवश्यक क्यों है? ऐसे दो क्रियाकलाप लिखिए जो आँखों को क्षति पहुँचा सकते हैं।

अध्याय 11

विद्युत तथा चुंबकत्व

पिछली कक्षाओं में आप विद्युत आवेशों के बारे में पढ़ चुके हैं। आपने सीखा था कि आवेश दो प्रकार के होते हैं जिन्हें धनात्मक आवेश तथा ऋणात्मक आवेश कहते हैं। हमारे चारों ओर की वस्तुओं में सामान्यत: धनावेश तथा ऋणावेश परिमाण में बराबर होते हैं, अत: कुल मिलाकर वे उदासीन होते हैं। आपने यह भी सीखा है कि सजातीय आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं तथा विजातीय आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं। किसी वस्तु को घर्षण, संपर्क अथवा प्रेरण द्वारा आवेशित किया जा सकता है। सभी वस्तुएं परमाणुओं से मिलकर बनती हैं जो कि द्रव्य के मूल अवयव होते हैं। परमाणु वैसे तो विद्युत-उदासीन होता है, परंतु वह धनावेशित प्रोटॉनों तथा ऋणावेशित इलेक्ट्रॉनों से मिलकर बनता है। आवेशन के प्रक्रम में इलेक्ट्रॉन एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानांतरित हो जाते हैं।

आवेश के प्रवाह से धारा बनती है। इस अध्याय में आप विद्युत धारा के कुछ स्रोतों तथा कुछ सरल विद्युत परिपथों के बारे में अध्ययन करेंगे। आप चुंबकों से खेले होंगे। अब आप चुंबक तथा उनके मूल गुणों के बारे में भी जानकारी प्राप्त करेंगे। विद्युत धारा के विद्युत प्रभावों के बारे में इस अध्याय में चर्चा की जाएगी। बिजली (विद्युत) आज प्रत्येक घर की आवश्यकता है। व्यापक पैमाने पर विद्युत उत्पादन की युक्ति को विद्युत जनित्र कहते हैं। विद्युत जनित्र के कार्य करने के सिद्धांत पर भी इस अध्याय में चर्चा की जाएगी।

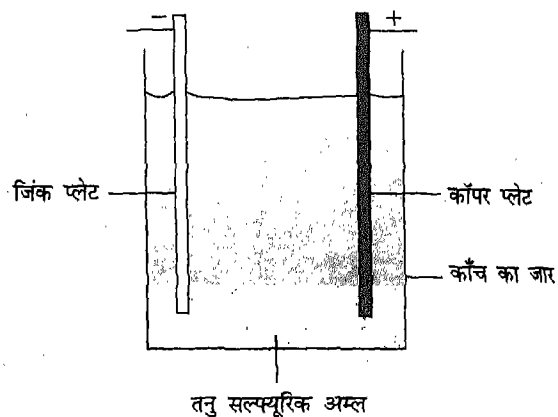
11.1 विद्युत धारा

आप यह जानते हैं कि किसी अनावेशित वस्तु को किसी आवेशित वस्तु के साथ धातु के तार द्वारा जोड़कर आवेशित किया जा सकता है। आवेश स्थानांतरण के इस प्रक्रम में, आवेश तार से सेकंड के एक बहुत छोटे अंश तक प्रवाहित होता है। विद्युत आवेश के प्रवाह को **विद्युत धारा** अथवा केवल **धारा** कहते हैं।

उपरोक्त उदाहरण में, आवेश का प्रवाह ऋणावेशित कणों द्वारा होता है जिन्हें इलेक्ट्रॉन कहते हैं। अतः, धातु के तार में धारा, इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा के विपरीत मानी जाती है। यह भी ध्यान दीजिए कि हमने वाक्यांश "धारा की दिशा" का उपयोग किया है "धारा के प्रवाह की दिशा" का नहीं, क्योंकि शब्द "धारा" में प्रवाह स्वयं समाविष्ट हैं। आइए, अब हम फिर से धातु के तार से जुड़ी किन्हीं आवेशित तथा अनावेशित वस्तुओं पर विचार करें। मान लीजिए हमारे पास एक ऐसी व्यवस्था है, जिसके द्वारा हम उतने ही इलेक्ट्रॉन की आपूर्ति उस आवेशित वस्तु को कर देते हैं जितने इलेक्ट्रॉन तार द्वारा उससे बाहर निकल गए हैं। मान लीजिए हमारे पास ऐसी भी व्यवस्था है जिसके द्वारा हम उतने ही इलेक्ट्रॉन हटा सकें जितने तार के दूसरे सिरे पर अनावेशित वस्तु को स्थानांतरित हुए हैं। अब क्या आप यह अनुमान लगा सकते हैं कि तार में प्रवाहित इलेक्ट्रॉनों का क्या होगा? तार में इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह तब तक बना रहेगा, जब तक हम यह व्यवस्था बनाए रखेंगे। दूसरे शब्दों में, तार में इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह निरंतर बनाए रखा जा सकता है यदि हम किसी प्रकार तार के एक सिरे पर इलेक्ट्रॉनों की आपूर्ति बनाए रखें तथा दूसरे सिरे पर उतनी ही संख्या में इलेक्ट्रॉनों को हटाते जाएं। एक विद्युत धारा स्रोत वास्तव में ठीक यही करता है। आइए, विद्युत धारा के कुछ सामान्य स्रोतों के बारे में अध्ययन करें।

11.2 विद्युत धारा के स्रोत

वोल्टीय सेल

सन 1970 ई. में इटली के वैज्ञानिक आलेसांद्रो वोल्टा (1745-1827) ने विद्युत धारा उत्पन्न करने का सफल प्रयास किया। वोल्टा द्वारा उपयोग की गई व्यवस्था चित्र 11.1 में दर्शाई गई है। इसमें

चित्र 11.1 वोल्टीय सेल

काँच के बर्तन में अम्ल अथवा लवण मिले जल में दो भिन्न-भिन्न धातुओं (तांबा तथा जिंक) की पत्तियां रखी जाती हैं। वोल्टा ने यह पाया कि यदि इन दोनों पत्तियों को धातु के किसी तार द्वारा जोड़ दिया जाए तो उससे धारा प्रवाहित होने लगती है। इस प्रकार वोल्टा ने धारा के स्रोत की खोज करने में सफलता प्राप्त की। इस प्रकार के धारा के स्रोत को इसके आविष्कारक के सम्मान में **वोल्टीय सेल** कहते हैं।

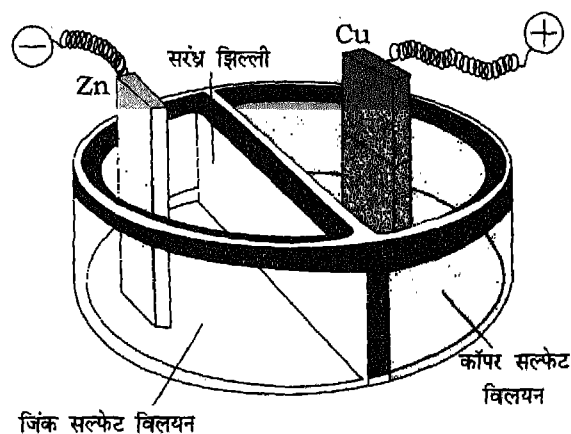
किसी सेल में उपयोग होने वाले अम्ल अथवा लवण के जलीय विलयन को **विद्युत अपघट्य** कहते हैं। सेल में लगी धातु की दो पत्तियों को इलेक्ट्रोड कहते हैं। अतः वोल्टीय सेल में इलेक्ट्रोड तांबे तथा जिंक के बने होते हैं। किसी वोल्टीय सेल में उपयोग होने वाला विद्युत अपघट्य प्रायः तनु सल्फ्यूरिक अम्ल होता है।

किसी सेल में रासायनिक अभिक्रिया तब आरंभ होती है जब उसके विद्युत अपघट्य में धातु की

पत्तियां रखी जाती हैं। इस अभिक्रिया के परिणामस्वरूप धातु की एक पत्ती पर धनावेश संचित होने लगता है तथा दूसरी पर ऋणावेश संचित होने लगता है। वोल्टीय सेल में ऋणावेश जिंक की पत्ती पर तथा धनावेश तांबे की पत्ती पर संचित होता है। जब इन दोनों धातु की पत्तियों को धातु के तार द्वारा जोड़ते हैं तो जिंक की पत्ती (प्लेट) से ऋणावेश तांबे की प्लेट की ओर प्रवाहित होना आरंभ कर देता है जिससे धातु के तार में धारा उत्पन्न हो जाती है। जब ऋणावेश तांबे की प्लेट पर पहुंचते हैं तो वे वहां उपस्थित धनावेश द्वारा उदासीन हो जाते हैं। तथापि, इन दोनों प्लेटों में से एक के द्वारा स्थानांतरण के कारण खोए गए आवेश की मात्रा तथा दूसरी द्वारा उदासीनीकरण के लिए दिए गए आवेश की मात्रा की पुनः पूर्ति वोल्टीय सेल में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया द्वारा होती जाती है। इस प्रकार वोल्टीय सेल में आवेश का निरंतर प्रवाह बनाए रखना, अर्थात् विद्युत धारा बनना संभव हो पाता है। अतः, कोई वोल्टीय सेल उस समय तक विद्युत धारा के स्रोत की भांति कार्य कर सकता है जब तक उसमें रासायनिक अभिक्रिया निरंतर होती रहती है।

तथापि, वोल्टीय सेल को निरंतर, दीर्घ अवधि तक स्थाई विद्युत धारा प्रदान न कर पाने के कारण विद्युत धारा का एक सुगम स्रोत नहीं पाया गया। ऐसा क्यों है, इसके बारे में आप उच्च कक्षाओं में सीखेंगे।

डेनियल सेल

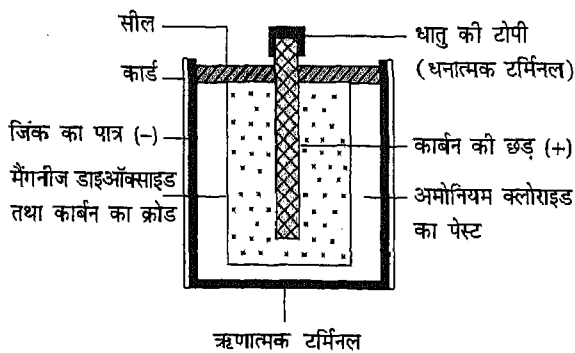
वोल्टीय सेल के सिद्धांत का उपयोग सन 1836 ई. में जे. एफ. डेनियल ने एक अन्य सेल विकसित करने में किया। डेनियल सेल में कांच का एक बर्तन होता हैं जिसमें एक सरंध्र पात्र रखा होता है जो कांच के बर्तन को दो भागों में बांट देता है (चित्र 11.2)। एक भाग में जिंक सल्फेट विलयन

चित्र 11.2 डेनियल सेल

भरा जाता है जबकि दूसरे भाग में कॉपर सल्फेट विलयन भरा जाता है। सेल में ये दोनों विलयन विद्युत अपघट्य की भांति व्यवहार करते हैं। जिंक सल्फेट विलयन में जिंक की एक प्लेट डूबी रहती है, जबकि कॉपर सल्फेट विलयन में कॉपर (ताँबे) की प्लेट डूबी रहती है। जिंक से रासायनिक अभिक्रिया के कारण जिंक प्लेट पर ऋणावेश संचित हो जाता है, फलस्वरूप यह ऋणावेशित प्लेट की भांति व्यवहार करती है। इसी प्रकार, कॉपर प्लेट, जिस विद्युत अपघट्य में डूबी होती है उससे रासायनिक अभिक्रिया के परिणामस्वरूप धनावेशित हो जाती है।

डेनियल सेल के कुछ रूपों में जिंक को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल में डुबा कर रखा जाता है। जिंक सल्फ्यूरिक अम्ल में घुल कर जिंक-सल्फेट विलयन

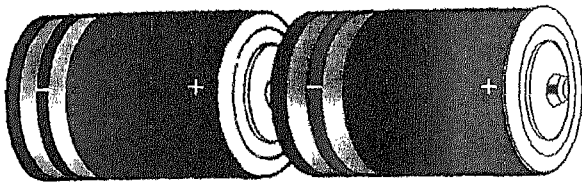
बना देता है। डेनियल सेल द्वारा दीर्घ अवधि तक निरंतर स्थाई विद्युत धारा की आपूर्ति की जा सकती है। अतः यह वोल्टीय सेल का एक उन्नत रूप कहा जा सकता है। तथापि, इस सेल में विद्युत अपघट्य द्रव अवस्था में होने के कारण, इन्हें एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाना काफी असुविधाजनक कार्य है। अतः, विद्युत धारा के अपेक्षाकृत सुगम स्रोत की खोज का कार्य निरंतर चलता रहा। फ्रांस के वैज्ञानिक लेकलांशे ने 1866 में इस कमी पर पार पाकर शुष्क सेल विकसित किया जिसे सुगमता से कहीं भी ले जाया जा सकता है।

शुष्क सेल

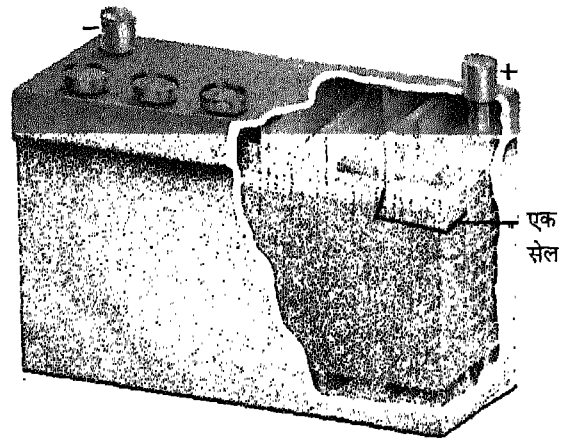
शुष्क सेलों से आप भलीभांति परिचित हैं, जिनका उपयोग टॉर्च, ट्रांजिस्टर-रेडियो, खिलौनों, घड़ियों तथा बहुत से अन्य कार्यों के लिए किया जाता है। क्या आप जानते हैं कि इनके अंदर क्या होता है? उपयोग किए जा चुके शुष्क सेल को काटकर खोलने का प्रयास कीजिए। यदि आप ऐसा करें, तो आप यह पाएंगे कि शुष्क सेल में प्रायः जिंक का बना एक बेलनाकार बर्तन होता है (चित्र 11.3)।

चित्र 11.3 शुष्क सेल की अनुदैर्ध्य-काट का दृश्य

इसमें विद्युत अपघट्य अमोनियम क्लोराइड के एक पेस्ट के रूप में होता है। इसे कागज़ की लुगदी को अमोनियम क्लोराइड विलयन में भिगोकर बनाया जाता है और जिंक के बर्तन की भीतरी दीवारों के साथ लगाया जाता है। इसके साथ जिंक क्लोराइड, कोक का चूर्ण, ग्रेफाइट तथा मैंगनीज़ डाईऑक्साइड का मिश्रण भरा होता है। शुष्क सेल के बीच में कार्बन की एक छड़ होती है जिसके शीर्ष पर धातु की टोपी लगी होती है। आजकल सेल का आवरण जिंक के बर्तन के स्थान पर प्रायः सख्त कार्ड बोर्ड से बनाया जाता है जिसकी पैंदी जिंक की बनी होती है। बर्तन के ऊपरी भाग को किसी उचित पदार्थ द्वारा सील कर दिया जाता है। जिंक तथा अमोनियम क्लोराइड के बीच रासायनिक अभिक्रिया के फलस्वरूप कार्बन की छड़ पर धनावेश संचित हो जाता है और जिंक के बर्तन पर ऋणावेश संचित हो जाता है।

शुष्क सेल, वास्तव में पूर्णतः शुष्क नहीं होता यद्यपि इसके नाम से ऐसा प्रतीत होता है। फिर भी यह उन सेलों की अपेक्षाकृत शुष्क होता है, जिनमें विद्युत अपघट्य द्रव रूप में होता है। जब इस सेल से विद्युत धारा ली जाती है, तब इलेक्ट्रोड तथा इसमें उपस्थित विद्युत अपघट्य के बीच रासायनिक अभिक्रिया होती है। काफी अधिक समय तक उपयोग कर लेने पर शुष्क सेल के रसायन खर्च हो जाते हैं। जब किसी सेल के सारे रसायन खर्च हो जाते हैं तो वह धारा प्रदान करना बंद कर देता है। तब हम यह कहते हैं कि सेल 'डैड' या 'मृत' है। इसके पश्चात् उस सेल का प्रतिस्थापन नए सेल से किया जाना आवश्यक हो जाता है। कई युक्तियों में एक से अधिक शुष्क

सेल उपयोग किए जाते हैं। उदाहरण के लिए, टॉर्च में प्राय: दो सेल उपयोग किए जाते हैं। इसी प्रकार ट्रांजिस्टर-रेडियो में तीन से चार सेल उपयोग किए जाते हैं। क्या आपने कभी ध्यानपूर्वक देखा है कि किसी टार्च अथवा ट्रांजिस्टर रेडियो में सेल किस प्रकार लगाए जाते हैं (चित्र 11.4)। एक सेल का

चित्र 11.4 दो शुष्क सेलों की बैटरी

धन टर्मिनल, अर्थात् कार्बन की टोपी दूसरे सेल की जिंक से बनी तली के संपर्क में रखी जाती है। दूसरे शब्दों में, एक सेल का धन टर्मिनल दूसरे सेल के ऋण टर्मिनल के संपर्क में रखा जाता है। जब दो या अधिक सेलों को इस प्रकार जोड़ा (संयोजित किया) जाता है, तब हमें सेलों की बैटरी प्राप्त होती है।

ऊपर वर्णित वोल्टीय सेल, डेनियल सेल तथा शुष्क सेल, को **प्राथमिक सेल** भी कहते हैं। एक बार इनके रसायन खर्च हो जाने पर, इन्हें फिर से उपयोग में नहीं लाया जा सकता। तथापि, एक अन्य प्रकार के सेल भी होते हैं जिन्हें एक बार कुछ समय तक उपयोग कर लेने के पश्चात् उनके रसायनों को पुनः स्थापित कर पाना संभव होता है। इसके लिए सेल में विपरीत दिशा में, अर्थात् इसके धन टर्मिनल से ऋण टर्मिनल की ओर, विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है। इस प्रकार प्रवाहित विद्युत धारा से ऐसी रासायनिक अभिक्रिया होती है जिससे सेल में आरंभ में उपस्थित रसायन पुनः उत्पन्न हो जाते हैं। इस प्रक्रम को "चार्जिंग" कहते हैं। इस प्रकार के सेलों को **द्वितीयक सेल** कहते हैं। सन 1854 ई. में फ्रांस के वैज्ञानिक गैस्टन प्लान्टे ने पहला द्वितीयक सेल विकसित किया था। केवल एक द्वितीयक सेल का उपयोग कभी कभार ही होता है। टॉर्च में लगे प्राथमिक सेलों की भांति ही द्वितीयक सेलों का भी, सदैव कई सेलों से बनी बैटरी के रूप में ही, उपयोग किया जाता है (चित्र 11.5)। एक कार बैटरी में प्राय: 6 सेल होते हैं।

चित्र 11.5 लेड-अम्ल संचायी बैटरी

अधिकांश द्वितीयक बैटरियों में विद्युत अपघट्य के रूप में सल्फ्यूरिक अम्ल के तनु विलयन का उपयोग होता है, जबकि इलेक्ट्रोड लेड ऑक्साइड तथा स्पंजी लेड की बनी प्लेटें होती हैं। इन बैटरियों को **लेड संचायक** अथवा **संचायी बैटरी** भी कहते हैं। कारों, ट्रकों, इनवर्टरों में उपयोग होने वाली बैटरियां द्वितीयक बैटरियों के ही उदाहरण हैं।

बटन सेल

कुछ शुष्क सेल आकार तथा आकृति में बटन जैसे दिखाई देते हैं, इसीलिए बोलचाल में इन्हें 'बटन सेल' कहते हैं। ये सुसंबद्ध तथा दीर्घजीवी होते हैं। मर्क्यूरी ऑक्साइड तथा सिल्वर ऑक्साइड सेल इनके उदाहरण हैं। किसी मर्क्यूरी ऑक्साइड सेल में, मर्क्यूरी ऑक्साइड कैथोड के रूप में, तथा जिंक ऐनोड के रूप में कार्य करता है। किसी सिल्वर ऑक्साइड सेल में, सिल्वर ऑक्साइड कैथोड होता है तथा जिंक ऐनोड के रूप में कार्य करता है। इन सेलों का उपयोग घड़ियों, परिकलकों (कैल्कुलेटरों), श्रवण सहायों (हीयरिंग ऐड) आदि में किया जाता है।

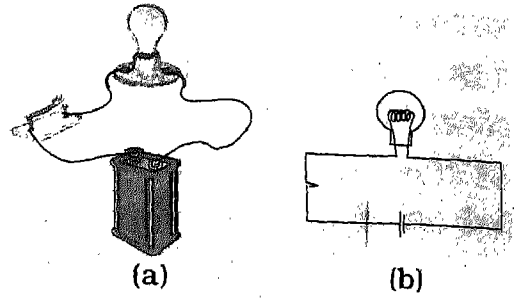
इनके उत्तर दीजिए

1. विद्युत धारा किसे कहते हैं?
2. विद्युत् धारा के दो स्रोतों के नाम लिखिए।
3. शुष्क सेल का आविष्कार किसने किया?
4. बैटरी से क्या आशय है?

11.3 विद्युत परिपथ

सामान्यतया विद्युत धारा के पथ को विद्युत परिपथ कहा जाता है। किसी विद्युत परिपथ के बारे में और अधिक जानने के लिए आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

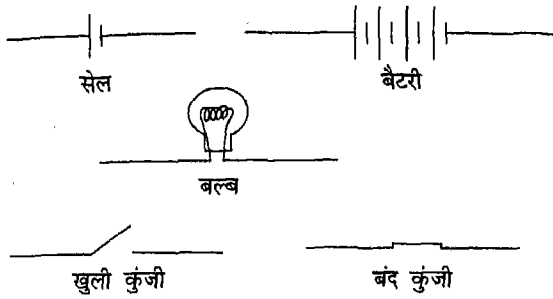
क्रियाकलाप 1

होल्डर सहित टॉर्च बल्ब, होल्डर सहित शुष्क सेल, एक कुंजी तथा संयोजन तार के कुछ टुकड़े लीजिए। चित्र 11.6 (a) में दर्शाए अनुसार संयोजन तारों के साथ बल्ब तथा

चित्र 11.6 *(a) विद्युत परिपथ जिसमें बल्ब कुंजी से होते हुए सेल से संयोजित है। (b) विद्युत परिपथ के लिए परिपथ आरेख*

कुंजी से होते हुए सेल को संयोजित कीजिए। परिपथ को पूरा करने के लिए कुंजी में प्लग लगाइए। आप क्या देखते हैं? क्या बल्ब जलना आरंभ कर देता है?

जैसे ही परिपथ (बंद) होता है बल्ब जलने लगता है। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि जैसे ही आप कुंजी में प्लग लगाते हैं, बल्ब में विद्युत धारा प्रवाहित हो जाती है, जिसके कारण बल्ब जलने लगता है। इस परिस्थिति में संयोजन तार, बल्ब तथा कुंजी विद्युत धारा को सेल के एक टर्मिनल से दूसरे टर्मिनल तक जाने के लिए पथ प्रदान करते हैं, और हम यह कहते हैं कि परिपथ बंद है। इसके विपरीत, यदि कुंजी खुली है अथवा किसी बिंदु पर संयोजित (जुड़े हुए) नहीं हैं, तो बल्ब जलना बंद कर देता है (बुझ जाता है)। इस स्थिति में परिपथ को 'खुला' अथवा 'टूटा' परिपथ कहा जाता है। इस प्रकार कोई बंद परिपथ, विद्युत धारा को पथ प्रदान करता है।

एक ऐसा परिपथ आलेखित करना जिसमें सेल, बल्ब तथा कुंजियां, जैसी वे वास्तव में दिखाई देती हैं, वैसी ही बनाई जाएं काफी कठिन

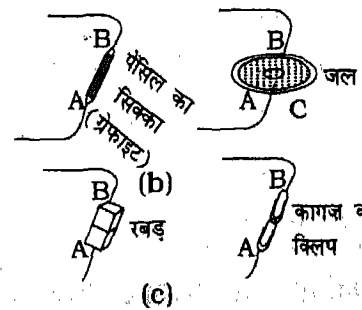
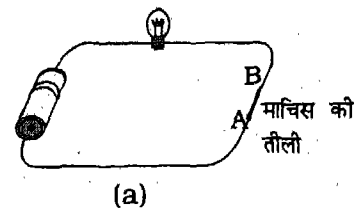
कार्य है। अत: हम किसी विद्युत परिपथ के विभिन्न अवयवों को दर्शाने के लिए उनके प्रतीकों का उपयोग करते हैं। चित्र 11.7 में कुछ अवयवों

चित्र 11.7 कुछ परिपथ अवयवों के प्रतीक

के प्रतीक दर्शाए गए हैं। चित्र 11.6(a) में किसी चित्रकार ने अवयवों को बनाकर परिपथ दर्शाया है। चित्र 11.(b) में इसी परिपथ को प्रतीकों का उपयोग करके दर्शाया गया है। आप स्वयं देख सकते हैं कि प्रतीकों के उपयोग से परिपथ खींचना कितना सरल हो जाता है।

11.4 विद्युत चालक तथा विद्युत रोधी पदार्थ

आपने देखा है कि विद्युत धारा को पथ प्रदान करने के लिए धातु के तार का उपयोग किया जाता है। आप जानते हैं कि उन पदार्थों को, जो अपने में से विद्युत धारा को प्रवाहित होने देते हैं, **विद्युत चालक** अथवा केवल चालक कहते हैं। सभी धातुएं विद्युत चालक होती हैं। ग्रेफाइट जैसी कुछ अधातुएं भी विद्युत चालक होती हैं। इसके विपरीत, उन पदार्थों को, जो अपने में से विद्युत धारा को प्रवाहित नहीं होने देते, **विद्युत रोधी** कहते हैं। अभ्रक (माइका), रबड़, प्लैस्टिक, कांच, लकड़ी, शुष्क वायु तथा अधिकांश गैसें विद्युत रोधी पदार्थों के उदाहरण हैं। कोई दिया गया पदार्थ विद्युत चालक है अथवा विद्युत रोधी यह जानने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप 2

क्रियाकलाप 1 की भांति, चित्र 11.6 (b) में दर्शाए अनुसार, एक विद्युत परिपथ जोड़िए। आपने देखा है कि कुंजी में प्लग लगाते ही बल्ब जलने लगता है। अब कुंजी को हटाइए तथा दोनों तारों के स्वतंत्र सिरों से क्रोकोडाइल क्लिप जोड़िए। इन क्लिपों के बीच माचिस की तीली फंसाइए (चित्र 11.8)। क्या बल्ब जला? इस कार्यकलाप को विभिन्न प्रकार के पदार्थों, जैसे कागज़ की पट्टी, चाक का टुकड़ा, शीतल पेय पीने वाली स्ट्रॉ, प्लैस्टिक का टुकड़ा, पेपर क्लिप तथा रबड़ के साथ

चित्र 11.8 यह परीक्षण करना कि कोई पदार्थ विद्युत-चालक है अथवा नहीं

सारणी 11.1

क्रम संख्या	पदार्थ	बल्ब जला हां/नहीं	विद्युत चालक/रोधी
1.	माचिस की तीली		
2.	कागज की पट्टी		
3.	रबड़		
4.	पेंसिल का ग्रेफाइट		
5.	पेपर क्लिप		
6.			

दोहराइए (चित्र 11.8)। पेंसिल के लैड (ग्रेफाइट) को भी परखिए। इसके लिए पेंसिल के दोनों सिरों को छीलकर नुकीला बनाइए। यह सावधानी बरतिए कि प्रत्येक स्थिति में विद्युत धारा बहुत कम समय के लिए प्रवाहित हो। प्रत्येक स्थिति में यह नोट कीजिए कि बल्ब जलता है। अथवा नहीं तथा अपने प्रेक्षणों को सारणी 11.1 में लिखिए। अपने प्रेक्षणों के आधार पर यह बताइए कि दिया गया पदार्थ विद्युत चालक है अथवा विद्युत रोधी।

आप सामान्यत: उपयोग में आने वाली किसी भी वस्तु को चुन कर और उसका परीक्षण करके यह देख सकते हैं कि वह विद्युत चालक है अथवा विद्युत रोधी। आप ऐसा ही एक क्रियाकलाप यह ज्ञात करने के लिए भी कर सकते हैं कि दिया गया द्रव, चालक है अथवा विद्युतरोधी।

क्रियाकलाप 3

प्लैस्टिक के प्याले अथवा प्लेट में कुछ पानी लीजिए। क्रियाकलाप 2 के समान परिपथ जोड़िए। परिपथ के किसी एक संयोजन तार जैसे बल्ब तथा कुंजी को जोड़ने वाले संयोजन तार को बीच से काटिए। इससे आपको संयोजन तारों के दो स्वतंत्र सिरे प्राप्त होंगे। इन दो तारों के स्वतंत्र सिरों को प्याले में भरे पानी में डुबोइए तथा कुंजी में प्लग को लगाकर विद्युत परिपथ को बंद (पूरा) कीजिए(चित्र 11.8)। क्या बल्ब जला? यदि हाँ, तो तारों के स्वतंत्र सिरों के बीच का पानी विद्युत चालक है। अब प्याले में पानी के स्थान पर अन्य कोई सामान्य द्रव जैसे किरोसिन, वनस्पति तेल आदि भरकर क्रियाकलाप को दोहराइए। आप पानी के स्थान पर फलों के रस तथा अम्ल, क्षार अथवा लवण के जलीय विलयन भी ले सकते हैं। प्रत्येक स्थिति में यह देखिए कि तारों के स्वतंत्र सिरों को विलयन में डुबोकर कुंजी को प्लग में लगाने पर बल्ब जलता है अथवा नहीं। अपने प्रेक्षणों को सारणी 11.2 में नोट कीजिए।

क्रियाकलापों 11.2 तथा 11.3 के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि ठोस तथा द्रव दोनों ही विद्युत धारा के चालक हो

सारणी 11.2

क्रमांक	द्रव	बल्ब जला हां/नहीं	विद्युत चालक/रोधी
1.	पानी		
2.	सामान्य लवण का विलयन		
3.	नारियल-तेल		
4.	किरोसिन		
5.	नींबू का रस		
6.			

सकते हैं। इन प्रेक्षणों से क्या आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि किस प्रकार के ठोस तथा द्रव पदार्थ विद्युत धारा के चालक हो सकते हैं। यह देखा जा सकता है कि सभी धात्विक पदार्थ तथा अम्लों, क्षारों तथा कुछ लवणों के विलयन विद्युत चालक हैं। पदार्थों के विद्युत चालन अथवा विद्युत रोधी गुण के ज्ञान के आधार पर स्विच, केबल, विद्युत इस्तरी, विद्युत टोस्टर, विद्युत चूल्हे आदि विद्युत साधित्रों तथा इनके अवयवों को बनाने के लिए पदार्थ का चयन किया जा सकता है। इन विद्युत साधित्रों के उन भागों को, जिन्हें हाथ से छूना आवश्यक होता है, विद्युत रोधी पदार्थों का बनाया जाता है। इसी प्रकार, विद्युत चालक पदार्थों का उपयोग उन अवयवों को बनाने में किया जाता है जिनसे विद्युत धारा गुजरती है।

इनके उत्तर दीजिए

1. विद्युत् धारा से क्या तात्पर्य है?
2. (i) सेल, (ii) कुंजी के प्रतीक बनाइए।
3. विद्युत चालक किन्हें कहते हैं? उदाहरण दीजिए।
4. विद्युत् रोधी किन्हें कहते हैं? तीन उदाहरण दीजिए।

11.5 चुंबकत्व

आपने चुंबक देखे होंगे तथा आप उनसे खेले भी होंगे। बहुत से खिलौनों में चुंबक होते हैं। पिछली कक्षाओं में आपने चुंबकों के कुछ गुण सीख लिए हैं। आइए, चुंबक तथा इनके गुणों के बारे में कुछ और अध्ययन करें।

प्राचीन काल से ही पदार्थों के चुंबकीय गुणों के बारे में लोगों को जानकारी थी। ईसा से लगभग 800 वर्ष पूर्व मैग्नेसिया नामक शहर में एक ऐसे खनिज की खोज हुई, जिसमें चमत्कारी गुण थे। यह लोहे के टुकड़ों को अपनी ओर आकर्षित करता था। इसकी उत्पत्ति के स्थान के नाम पर इस खनिज का नाम मैग्नेटाइट रखा गया। इसके अतिरिक्त यह भी पाया गया कि मैग्नेटाइट की पतली पट्टी वायु में स्वतंत्रतापूर्वक लटकाए जाने पर सदैव एक ही दिशा में आकर रुकती थी। इस गुण के कारण ही इस खनिज का नाम **लेड स्टोन** रखा गया। बाद में यह ज्ञात हुआ कि मैग्नेटाइट मुख्य रूप से आयरन-ऑक्साइड (Fe_3O_4) होता है। इन्हें अब हम **चुंबक या मैग्नेट** कहते हैं तथा इनके गुणों के अध्ययन को चुंबकत्व कहते हैं। विलियम गिल्बर्ट ने सन् 1600 ई. में सर्वप्रथम चुंबकों के बारे

में विस्तार से अध्ययन किया तथा एक पुस्तक भी लिखी। आजकल चुंबकों का उपयोग भाँति-भाँति के कार्यों के लिए किया जाता है। विद्युत उत्पादन में उपयोग होने वाले सभी जनित्रों में चुंबक एक आवश्यक घटक होता है। विद्युत चालित अनेक युक्तियों तथा मशीनों जैसे विद्युत मोटरों का भी चुंबक एक आवश्यक अवयव होता है। टेलीविजन, रेडियो, टेप रिकार्डर जैसी आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों में भी चुंबकों का उपयोग किया जाता है। इन युक्तियों में से कई युक्तियों की कार्यविधि भी विद्युतधारा के चुंबकीय प्रभाव पर निर्भर करती है जिसके विषय में आप इस अध्याय में बाद में सीखेंगे।

चुंबकों के गुणों का अध्ययन करने के लिए आइए कुछ क्रियाकलाप करें।

(a)

(b)

(c)

चित्र 11.9 *(a) स्वतंत्रतापूर्वक लटका कोई छड़ चुंबक स्वयम् को सदैव ही उत्तर-दक्षिण दिशा में संरेखित कर लेता है; (b) चुंबकीय सुई; (c) किसी स्वतंत्रतापूर्वक लटके चुंबक के उत्तर ध्रुव के निकट किसी अन्य चुंबक के उत्तर ध्रुव को लाने पर पहले चुंबक का उत्तर-ध्रुव दूर हट जाता है*

क्रियाकलाप 4

एक छड़ चुंबक लीजिए। इसे किसी धागे से स्वतंत्रतापूर्वक लटकी गोफन अथवा बहंगी पर चित्र 11.9(a) की भांति रखिए। यह सुनिश्चित कीजिए कि चुंबक क्षैतिज रहे तथा गोफन में स्वतंत्रतापूर्वक घूर्णन कर सके। मान लीजिए कि चुंबक विराम अवस्था में आ जाता है। चुंबक के दोनों सिरों की स्थितियों को मेज पर चिह्न बनाकर अंकित कीजिए। अपनी अंगुली से चुंबक के किसी एक सिरे को धीरे से धकेलकर घूर्णन कराइए। चुंबक को दुबारा विराम की स्थिति में आने दीजिए। आप क्या देखते हैं? आप यह पाएंगे कि चुंबक उसी दिशा में विरामावस्था में ठहरता है जिसमें वह पहले ठहरा था। आप यह भी पाएंगे कि यह सदैव ही एक ही दिशा में विरामावस्था में ठहरता है, चाहे इसे वामावर्त घुमाएं अथवा दक्षिणावर्त, धीमे से धक्का दे कर घूर्णन कराएं या काफी जोर से धक्का देकर।

स्वतंत्रतापूर्वक लटके विरामावस्था वाले चुंबक के दोनों सिरों की स्थिति को मेज पर अंकित

करने वाले बिंदुओं को जोड़ते हुए एक सरल रेखा खींचिए। यह रेखा जहां पर चुंबक निलंबित है उस स्थान पर उत्तर-दक्षिण को दर्शाती है। यह प्रयोग दर्शाता है कि यदि किसी चुंबक को स्वतंत्रतापूर्वक गति करने के लिए छोड़ दिया जाए तो उसकी स्वयं को पृथ्वी के उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव की दिशा के अनुदिश संरेखित करने की प्रवृत्ति होती है। चुंबक का वह सिरा जो उत्तर दिशा की ओर संकेत करता है उसे **उत्तर ध्रुव** कहते हैं। चुंबक के दूसरे सिरे को जो दक्षिण की ओर संकेत करता है उसे **दक्षिण ध्रुव** कहते हैं। चुंबक के इस गुण का उपयोग चुंबकीय सुई बनाने में किया जाता है। यह सुई किसी स्थान पर दिशाओं को ज्ञात करने का एक सुगम साधन है [चित्र 11.9(b)]। चुंबकीय सुई अथवा दिक्सूचक सुई वास्तव में अपने केन्द्र पर कीलकित एक छोटा चुंबक होता है जो स्वतंत्रतापूर्वक घूर्णन कर सकता है। कीलकित चुंबकीय सुई को एक ऐसी डिब्बी में रखा जाता है जिसका ऊपरी ढक्कन काँच का बना होता है। डिब्बे में एक डायल भी लगा होता है जिसमें दिशाएँ सूचित करने के लिए अंकन होता है।

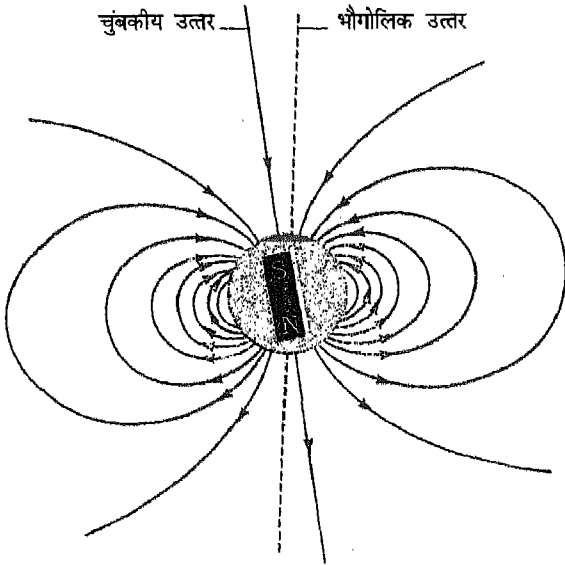
जब इस दिक्सूचक सुई को समतल पृष्ठ जैसे किसी मेज पर रखते हैं, तो इसकी सुई शीघ्र ही उत्तर-दक्षिण दिशा की ओर सूचित करते हुए विराम अवस्था में आ जाती है।

क्रियाकलाप 5

दो छड़ चुंबक लीजिए। इनमें से एक को क्रियाकलाप 4 की भांति लटकाइए। इसके उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव अंकित कीजिए। अब दूसरे चुंबक के उत्तर ध्रुव को निलंबित चुंबक के उत्तर ध्रुव के निकट लाइए [चित्र 11.9(c)]। आप यह देखते हैं? अब अपने हाथ में पकड़े हुए चुंबक का दक्षिण ध्रुव निलंबित चुंबक के दक्षिण ध्रुव के निकट लाइए और अपने प्रेक्षण को नोट कीजिए।

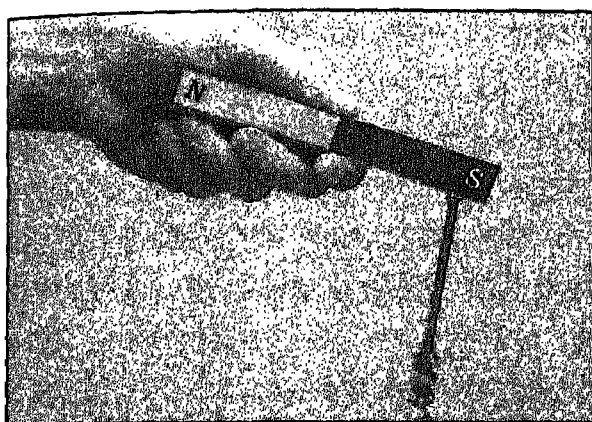
आप यह पाएंगे कि दो चुंबकों के उत्तर ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं। यही दक्षिण ध्रुवों के लिए भी सत्य होता है। अब, अपने हाथ में पकड़े चुंबक को उत्तर ध्रुव निलंबित चुंबक के दक्षिण ध्रुव के निकट लाइए। आप क्या देखते हैं? आप यह पाएंगे कि निलंबित चुंबक का दक्षिण ध्रुव आपके हाथ के चुंबक की ओर आकर्षित होता है। यह दर्शाता है कि विजातीय ध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करते हैं।

आपने यह देखा कि गति करने के लिए स्वतंत्र चुंबक सदैव ही उत्तर-दक्षिण दिशा को संकेत करता है। ऐसा होने का कारण माना जाता है कि पृथ्वी स्वयं एक छड़ चुंबक की भांति व्यवहार करती है। आप जानते हैं कि किसी चुंबक का उत्तर-ध्रुव दूसरे चुंबक के दक्षिण ध्रुव को आकर्षित करता है। अतः, आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि पृथ्वी के चुंबक का दक्षिण ध्रुव भौगोलिक उत्तर ध्रुव के निकट तथा उसका उत्तर ध्रुव भौगोलिक दक्षिण ध्रुव के निकट होता है (चित्र 11.10)।

दो सजातीय चुंबकीय ध्रुवों अथवा दो विजातीय चुंबकीय ध्रुवों के बीच लगने वाले बल की प्रकृति दो सजातीय आवेशों अथवा दो विजातीय आवेशों के समान होती है। चूंकि धनावेशों तथा ऋणावेशों

चित्र 11.10 पृथ्वी एक छड़ चुंबक की भाँति व्यवहार करती है जिसका उत्तर ध्रुव भौगोलिक दक्षिण ध्रुव की ओर तथा दक्षिण ध्रुव भौगोलिक उत्तर ध्रुव की ओर होता है

चित्र 11.11 किसी चुंबक को उत्तरोत्तर (निरंतर) विभाजित करने पर भी अत्यन्त छोटे चुंबक प्राप्त होते हैं – जिनमें प्रत्येक में अपने उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव होते हैं

का पृथक-पृथक अस्तित्व होता है, आप यह सोच सकते हैं कि प्रकृति में एकल उत्तर ध्रुव अथवा एकल दक्षिण ध्रुव का अस्तित्व भी हो सकता है। परंतु यह सही नहीं है। **चुंबकीय ध्रुव पृथक-पृथक नहीं पाए जाते।** हम किसी चुंबक के उत्तर ध्रुव को उसके दक्षिण ध्रुव से कदापि पृथक अथवा विविक्त नहीं कर सकते। यह कथन छड़ चुंबक सहित सभी चुंबकों पर लागू होता है। अतः किसी चुंबक को दो भागों में काटकर उसके उत्तर ध्रुव तथा दक्षिण ध्रुव प्राप्त करना संभव नहीं है। यदि आप किसी छड़ चुंबक को दो बराबर भागों में काट दें, तो आपको दो नए छड़ चुंबक प्राप्त होंगे और उनमें भी प्रत्येक में उत्तर और दक्षिण ध्रुव होंगे (चित्र 11.11)। यदि हम किसी चुंबक को इसी प्रकार निरंतर विभाजित करते जाएं तो हमें चुंबकों के अत्यधिक छोटे टुकड़े प्राप्त होंगे, परंतु हर चुंबक में उत्तरी और दक्षिणी दो ध्रुव उपस्थित होंगे। हम चुंबक के उत्तर-ध्रुव को दक्षिण-ध्रुव से पृथक करने में कदापि सफल नहीं होंगे। **चुंबकीय ध्रुव सदैव विपरीत युग्मों में पाए जाते हैं।**

संभवतः आपने यह भी देखा होगा कि कोई चुंबक केवल दूसरे चुंबक को ही आकर्षित नहीं करता, वरन् वह कीलों, पेपर क्लिपों तथा लोहे की बनी अन्य वस्तुओं को भी आकर्षित करता है। क्या आपने किसी चुंबक के एक सिरे से चिपकी कील के निकट किसी दूसरी कील को लाकर देखा है (चित्र 11.12)। यदि आप ऐसा करें, तो आप यह पाएंगे कि दूसरी कील, पहली कील के स्वतंत्र सिरे से चिपक जाती है जो

चित्र 11.12 किसी चुंबक के एक सिरे से चिपकी कील अस्थाई चुंबक की भांति व्यवहार करती है

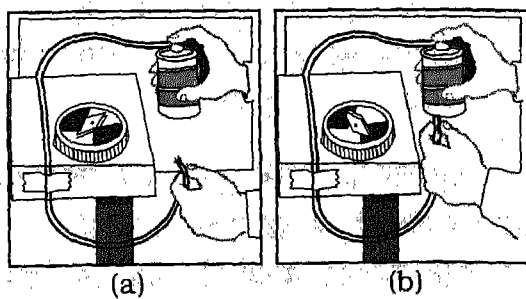
चुंबक से चिपकी है,। दूसरे शब्दों में, वह कील जो चुंबक के किसी ध्रुव, मान लीजिए दक्षिण ध्रुव से चिपकी है स्वयं एक चुंबक की भांति व्यवहार करती है। कील का वह सिरा जो चुंबक के दक्षिण ध्रुव के संपर्क में है उत्तर ध्रुव की भांति व्यवहार करता है जबकि अन्य सिरा दक्षिण ध्रुव की भांति व्यवहार करता है। हम कहते हैं कि कील चुंबकित हो गई है। परन्तु कील अस्थाई रूप से ही चुंबकित होती है। इसकी पुष्टि कील को चुंबक से हटाकर तथा उसे चुंबक से दूर ले जाकर की जा सकती है। कील का चुंबकत्व तुरंत लुप्त हो जाता है। इस प्रकार चुंबकित कील **अस्थाई चुंबक** होती है। परंतु बहुत से अनुप्रयोगों में हमें स्थाई चुंबकों की आवश्यकता होती है।

अधिकांश स्थाई चुंबक मुख्य रूप से एलुमिनियम (Al), निकेल (Ni) तथा कोबाल्ट (Co) की मिश्रधातु एल्निको (Alnico) के बनाए जाते हैं। ये स्थायी चुंबक होते हैं जिनका चुंबकत्व दीर्घकाल तक बना रहता है। आजकल फैराइट के विभिन्न आकार एवम् आकृतियों के स्थाई चुंबक बनाए जा रहे हैं। हल्के, प्रबल तथा स्थाई होने के कारण इन चुंबकों के विस्तृत अनुप्रयोग हैं। आपने इस प्रकार के चुंबकों को कुछ खिलौनों में देखा होगा।

11.6 विद्युत धारा तथा चुंबकत्व

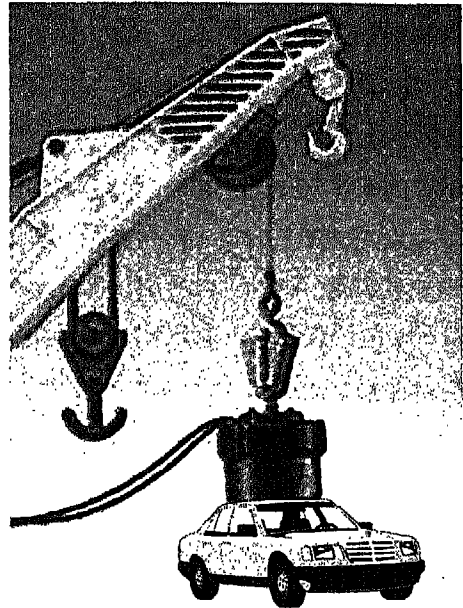
काफी समय तक चुंबकत्व तथा विद्युत को दो पृथक भौतिक परिघटनाएं माना जाता रहा था। तथापि, सर्वप्रथम डेनमार्क के भौतिक विज्ञानी एच. सी. ओर्स्टेड (1771-1851) ने 1820 ई. में अपनी एक महत्त्वपूर्ण खोज द्वारा विद्युत तथा चुंबकत्व के बीच एक संबंध स्थापित किया। इस संबंध का अध्ययन करने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप 6

किसी मेज़ के किनारे के अनुदिश एक तार को व्यवस्थित कीजिए। तार के निकट एक चुंबकीय सुई रखिए तथा इसकी सुई की दिशा नोट कीजिए [चित्र 11.13(a)]। इस

चित्र 11.13 (a) तार के निकट रखी चुंबकीय सुई उत्तर-दक्षिण दिशा दर्शाती है (b) तार में विद्युत धारा प्रवाहित कराने पर चुंबकीय सुई विक्षेपित हो जाती है

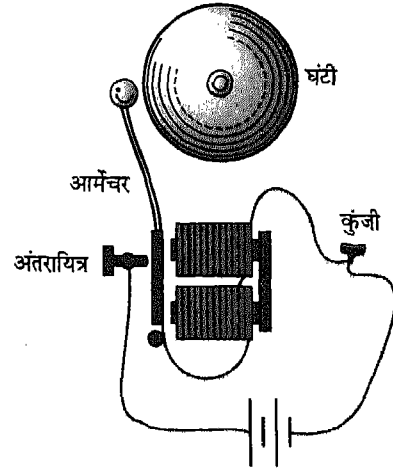
तार के दोनों सिरों को किसी प्लग कुंजी से होते हुए सेल से जोड़िए। कुंजी में प्लग लगाइए। आप क्या देखते हैं? क्या अब भी चुंबकीय सुई अपनी पहले वाली दिशा की ओर ही संकेत करती है? तार से विद्युत धारा रोकने के लिए कुंजी से प्लग निकालिए। चुंबकीय सुई का क्या होता है? क्या यह अब फिर अपनी मूल दिशा की ओर संकेत करती है? चुंबकीय सुई को तार से भिन्न-भिन्न दूरियों पर रखकर तार में धारा प्रवाहित कीजिए तथा प्रत्येक स्थिति में चुंबकीय सुई के विक्षेप के परिमाण का प्रेक्षण कीजिए। आप पाएंगे कि तार में विद्युतधारा गुजरते ही चुंबकीय सुई तुरंत विक्षेपित हो जाती है। आप यह भी जानते हैं कि चुंबकीय सुई तभी विक्षेपित होती है जब कोई चुंबक सुई के पास लाया जाता है। यह प्रयोग दर्शाता है, कि कोई विद्युत धारावाही तार भी एक चुंबक की भांति व्यवहार करता है। जब तार में विद्युत धारा रोक दी जाती है तो इससे संबद्ध चुंबकीय गुण भी विलुप्त हो जाता है, जो चुंबकीय सुई के अपनी मूल दिशा में लौटने से स्पष्ट हो जाता है।

जब तार की किसी कुण्डली से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तो वह कुण्डली भी किसी चुंबक की भांति व्यवहार करती है। जब इस धारावाही कुण्डली को किसी स्वतंत्रतापूर्वक लटके चुंबक के पास लाया जाता है तो इस कुण्डली का दूसरा सिरा चुंबक के उत्तर ध्रुव को प्रतिकर्षित करता है। इस कुण्डली का दूसरा सिरा चुंबक के उत्तर ध्रुव को आकर्षित करता है। इस प्रकार, एक धारावाही कुण्डली में चुंबक की भांति ही उत्तर तथा दक्षिण दोनों ध्रुव होते हैं। इस प्रकार के चुंबक को **विद्युतचुंबक** कहते हैं। किसी विद्युतचुंबक की प्रबलता, कुण्डली के भीतर लोहे की छड़ अथवा लोह-क्रोड रखकर बढ़ाई जा सकती है। आप भी किसी कील अथवा लोहे की छड़ पर तार लपेट कर उसमें विद्युत धारा प्रवाहित करके अपना विद्युतचुंबक बना सकते हैं।

उद्योगों तथा दैनिक जीवन की कई स्थितियों में भी विद्युतचुंबक का विस्तुत उपयोग होता है। क्रेनों में इनका उपयोग लोहे की चादरों तथा लोहे की कतरनों के भारी बोझों को उठाने के लिए होता है। क्रेन का वह सिरा जिस पर प्रबल चुंबक लगा होता है उस बोझ के निकट लाया जाता है जिसे क्रेन को उठाना है, तत्पश्चात् विद्युतचुंबक

चित्र 11.14 विद्युतचुंबकों का उपयोग भारी बोझ उठाने में किया जाता है

के स्विच को 'ऑन' करके उसमें विद्युत धारा प्रवाहित कराते हैं। वह बोझा जिसमें लोहा होता है विद्युतचुंबक से चिपक जाता है। फिर क्रेन को उस जगह ले जाया जाता है जहां उस बोझ को रखना है। तत्पश्चात् स्विच को 'ऑफ' करके धारा का प्रवाह रोक देते हैं फलस्वरूप बोझ क्रेन से अलग हो जाता है (चित्र 11.14)। विद्युतचुंबकों का उपयोग चुंबकीय पदार्थों जैसे लोहा, निकेल तथा कोबाल्ट को अचुंबकीय पदार्थों जैसे कॉपर, जिंक, पीतल, प्लैस्टिक, कागज़ आदि से पृथक करने में भी किया जाता है। इसका उपयोग रोगी के शरीर, विशेष रूप से आंखों से लोहे की छिलन जैसे 'बाहरी पदार्थ' को हटाने में भी किया जाता है। विद्युत घंटियों, टेलीग्राफ, दृश्य तथा श्रव्य टेप रिकार्डरों तथा रिकार्ड प्लेयरों आदि में भी विद्युतचुंबकों का उपयोग किया जाता है।

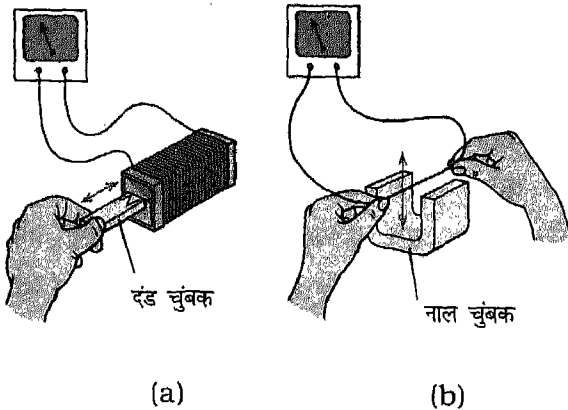
विद्युत घंटी

विद्युत घंटी में एक लोह-क्रोड होता है, जिस पर धारावाहित धातु के तार की कुण्डली लिपटी होती है। यह एक विद्युतचुंबक की भांति कार्य करता है। एक आर्मेचर जिसके एक सिरे पर हथौड़ा जुड़ा होता है विद्युतचुंबक के निकट इसके ध्रुवों के सामने रखा जाता है (चित्र 11.15)। जब कुण्डली से धारा प्रवाहित होती है, तो यह एक विद्युतचुंबक बन जाती है तथा लोहे के बने आर्मेचर को अपनी ओर आकर्षित करती है। फलस्वरूप आर्मेचर चुंबक की ओर आकर्षित हो जाता है। इस प्रक्रम में आर्मेचर के सिरे पर लगा हथौड़ा घंटी से टकरा कर ध्वनि उत्पन्न करता है।

चित्र 11.15 विद्युत घंटी

घंटी को लगातार बजने योग्य बनाने के लिए, किसी ऐसी युक्ति की आवश्यकता होती है जो हथौड़े को आगे पीछे करे। इस युक्ति को अंतरायित्र कहते हैं। घंटी के आर्मेचर का डिजाइन इस प्रकार का बनाया जाता है कि विद्युतचुंबक की कुण्डली में विद्युतधारा इसके चलायमान सिरे के पास लगे संपर्क से होकर प्रवाहित हो। जब विद्युतचुंबक आर्मेचर को अपनी ओर खींचता है, तो उससे जुड़ा संपर्क भी इसके साथ ही खिंच जाता है। परिणामस्वरूप परिपथ टूट जाता है तथा विद्युत चुंबक की कुण्डली में धारा का प्रवाह रुक जाता है। जैसे ही विद्युतचुंबक अपना चुंबकीय गुण खोता है, यह आर्मेचर को अपनी ओर नहीं खींच पाता। तब आर्मेचर से जुड़ी कमानी इसे अपनी ओर वापस खींच लेती है, जिससे संपर्क अपनी पूर्व स्थिति में आकर परिपथ को पुनः पूरा कर देता है। इस प्रकार कुण्डली में विद्युत धारा पुनः प्रवाहित होने लगती है और यह चक्र स्वतः चलता रहता है। ऐसा कंपायमान आर्मेचर जिसमें

घंटी तथा हथौड़ा नहीं होता उसे "बज़र" या "गुंजक" कहते हैं।

विद्युतचुंबकीय प्रेरण

आपने पिछले अनुभाग में यह सीखा है कि विद्युतधारा से चुंबकीय क्षेत्र संबद्ध होता है। क्या इसका प्रतिक्रम भी सत्य है? हां, विद्युत धारा उत्पन्न करने के लिए चुंबक के उपयोग का प्रतिक्रमित प्रभाव सन 1831 ई. में इंग्लैण्ड में माइकल फैराडे तथा अमेरिका में जोसेफ हेनरी के द्वारा स्वतंत्र रूप से खोजा गया। दोनों ने ही यह खोजा कि किसी तार (लूप अथवा कुण्डली के रूप में) में, केवल इसके भीतर-बाहर चुंबक को गति कराकर, विद्युत धारा उत्पन्न की जा सकती है [चित्र 11.16 (a)]। इसके लिए किसी बैटरी अथवा अन्य विद्युत स्रोत की आवश्यकता नहीं होती। यही प्रभाव उस समय भी दिखाई देता है, जब तार के लूप के किसी भाग को किसी चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील किया जाता है [चित्र 11.16 (b)]।

चित्र 11.16 विद्युत चुंबकीय प्रेरण

फैराडे तथा हेनरी की खोजों ने यह दर्शाया कि :

1. जब कोई तार किसी चुंबक के सापेक्ष गति करता है तो उसमें विद्युत धारा प्रवाहित होती है।
2. जब कोई चुंबक किसी तार के सापेक्ष गति करता है तो तार में विद्युत धारा प्रवाहित होती है।
3. जब तार तथा चुंबक एक दूसरे के सापेक्ष स्थिर होते हैं, तो कोई विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती।
4. तार अथवा चुंबक की गति की दिशा उत्क्रमित करने पर विद्युत धारा की दिशा भी उत्क्रमित हो जाती है।
5. कुण्डली में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा का परिमाण चुंबकीय क्षेत्र में घूर्णन करती कुण्डली में लूपों की संख्या, चुंबक की प्रबलता, तथा कुण्डली की घूर्णन चाल बढ़ाने से बढ़ जाती है।

किसी कुण्डली से जुड़े चुंबकीय क्षेत्र को परिवर्तित करके वोल्टता प्रेरित करने की परिघटना को **विद्युत चुंबकीय प्रेरण** कहते हैं। विद्युत धारा उत्पादन के काम आने वाले विद्युत जनित्र इसी सिद्धांत पर कार्य करते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. चुंबक क्या होता है? अस्थायी चुंबक स्थायी चुंबक से किस प्रकार भिन्न होता है?
2. क्या होता है जब किसी चुंबक के उत्तर ध्रुव को किसी स्वतंत्रतापूर्वक लटके चुंबक के (i) उत्तर ध्रुव तथा (ii) दक्षिण ध्रुव के निकट लाया जाता है?
3. क्या हम कोई विविक्त उत्तर ध्रुव अथवा दक्षिण ध्रुव प्राप्त कर सकते हैं?
4. विद्युतचुंबक क्या होता है? विद्युतचुंबकों के दो अनुप्रयोग लिखिए।

प्रमुख शब्द

आवेश, विद्युत धारा, सेल, इलेक्ट्रोड, विद्युत अपघट्य, वोल्टीय सेल, बटन सेल, डेनियल सेल, शुष्क सेल, प्राथमिक सेल, द्वितीयक सेल, संचायक बैटरी, परिपथ, चालक, विद्युत रोधी, चुंबक, उत्तर ध्रुव, दक्षिण ध्रुव, आकर्षण, प्रतिकर्षण, विद्युतचुंबक, विद्युत घंटी, विद्युतचुंबकीय प्रेरण, विद्युत जनित्र।

सारांश

- विद्युत आवेश को किसी चालक से प्रवाहित कराया जा सकता है। आवेश के ऐसे प्रवाह को विद्युत धारा कहते हैं।
- ऐसे पदार्थों को जो अपने में से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होने देते, विद्युत रोधी कहते हैं।
- सेल विद्युत धारा के स्रोत हैं। वोल्टीय सेल, डेनियल सेल, बटन सेल तथा शुष्क सेल इन सेलों के कुछ उदाहरण हैं। इन सेलों को प्राथमिक सेल कहते हैं।
- जब सेल के रसायन खर्च हो जाते हैं, तो वह सेल विद्युत धारा प्रदान नहीं कर सकता।
- लेड संचायक बैटरी द्वितीयक सेल का एक उदाहरण है। इसे पुनः आवेशित अर्थात् चार्ज किया जा सकता है।
- बटन सेल विशिष्ट पदार्थों से बनते हैं। इनका उपयोग बहुत-सी युक्तियों में विद्युत धारा के स्रोत के रूप में किया जाता है।
- खनिज़ मैग्नेटाइट जैसे कुछ पदार्थ चुंबकीय गुण प्रदर्शित करते हैं। अर्थात्, ये लोहे के टुकड़ों को आकर्षित करते हैं। ये स्वयं अपने को उत्तर-दक्षिण दिशा के अनुदिश सरेखित करने का भी प्रयास करते हैं। इन्हें चुंबक कहते हैं।
- चुंबक के उत्तर दिशा की ओर संकेत करने वाले सिरे को उत्तर ध्रुव तथा दक्षिण दिशा की ओर संकेत करने वाले सिरे को दक्षिण ध्रुव कहते हैं।
- दो चुंबकों के सजातीय ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं जबकि उनके विजातीय ध्रुवों में आकर्षण होता है।
- पृथ्वी भी एक विशाल चुंबक की भांति व्यवहार करती है जिसका दक्षिण ध्रुव भौगोलिक उत्तर दिशा में है। पृथ्वी के काल्पनिक चुंबक का उत्तर ध्रुव भौगोलिक दक्षिण दिशा में है।
- चुंबकीय ध्रुव पृथक-पृथक नहीं पाए जाते। वे सदैव विपरीत युग्मों में होते हैं।
- आकर्षित करते समय चुंबक लोहे को प्रभावित करके पहले उसे अस्थायी चुंबक बनाता है जिसमें प्रभावित करने वाले चुंबक के ध्रुव के निकट का सिरा विजातीय ध्रुवता अर्जित कर लेता है।

- विद्युत धारावाही तार चुंबक की भांति व्यवहार करता है।
- विद्युत धारावाही कुण्डली विद्युतचुंबक बनाती है। किसी विद्युतचुंबक की प्रबलता उसके भीतर एक लोहे की छड़ अथवा लोह क्रोड रखकर बढ़ाई जा सकती है।
- विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव का उपयोग कई उपयोगी युक्तियों के डिजाइन में किया जाता है।
- किसी कुंडली से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन होने से उसमें धारा प्रेरित होने की परिघटना को विद्युत चुंबकीय प्रेरण कहते हैं। विद्युत जनित्र इसी सिद्धांत पर कार्य करते हैं।

अभ्यास

1. अपने आस-पास की उन युक्तियों की सूची बनाइए जो विद्युत धारा से कार्य करती हैं। उन युक्तियों की सूची भी बनाइए जिनमें विद्युत ऊर्जा का उपयोग नहीं होता।
2. विद्युत सेल में कौन-सी ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित होती है?
3. वोल्टीय सेल तथा शुष्क सेल में क्या अंतर है?
4. अपने आस-पास उपलब्ध ऐसे पदार्थों की सूची बनाइए जो विद्युत के चालक हैं तथा उनकी भी जो विद्युत के चालक नहीं हैं।
5. किसी ऐसे सरल प्रयोग का वर्णन कीजिए जिसके द्वारा यह स्थापित किया जा सके कि दिया गया पदार्थ चालक है अथवा विद्युतरोधी।
6. बटन सेल क्या होता है? इसके दो उपयोग लिखिए।
7. इस प्रकथन को स्पष्ट कीजिए कि प्रतिकर्षण स्थाई चुंबक का विश्वसनीय प्रमाण है।
8. यदि आप किसी विद्युत धारावाही लूप को धागे से स्वतंत्रतापूर्वक लटकाएं, तो आप इसके स्वयं को किस दिशा में संरेखित करने की अपेक्षा करेंगे?
9. किसी ऐसे सरल प्रयोग का वर्णन कीजिए जो यह दर्शाए कि विद्युत धारा चुंबकीय प्रभाव प्रदर्शित करती है।
10. विद्युत घंटी की कार्य विधि का वर्णन कीजिए।
11. विद्युत चुंबकीय प्रेरण क्या है? इस प्रभाव के विषय में हेनरी तथा फैराडे द्वारा किए गए मुख्य प्रेक्षणों का संक्षेप में वर्णन कीजिए।

अध्याय 12

ऊर्जा के स्रोत

पिछली कक्षाओं में आपने ऊर्जा तथा इसके विभिन्न रूपों के बारे में पढ़ लिया है। आप यह भी जानते हैं कि ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। जीवन-निर्वाह की आधुनिक शैली में अत्यधिक ऊर्जा खर्च होती है। हमें जितनी ऊर्जा की आवश्यकता होती है, उसका अधिकांश भाग हम ईंधनों तथा बिजली (विद्युत) से प्राप्त करते हैं। सौर ऊर्जा भी हमें विभिन्न रूपों में उपलब्ध है जिनमें पृथ्वी के क्रोड में संचित कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस जैसे ईंधन भी सम्मिलित हैं। ईंधन शब्द का उपयोग उन सभी पदार्थों के लिए किया जाता है जो जलने पर ऊष्मा प्रदान करते हैं। तथापि, इन ईंधनों के ज्ञात भंडार सीमित हैं तथा हमारी ऊर्जा की मांग की पूर्ति के लिए पर्याप्त नहीं हैं। आप यह भी जानते हैं कि ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है, और न ही इसे नष्ट किया जा सकता है। परंतु इसे एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। तथापि, एक बार किसी ईंधन का उपयोग करके प्राप्त हुई ऊर्जा से पुनः मूल ईंधन प्राप्त नहीं किया जा सकता। इसीलिए, ऊर्जा के पारंपरिक स्रोत जैसे कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस समाप्त होते जा रहे हैं। अतः, हमें इन ईंधनों के बचे हुए भंडारों का अत्यंत सावधानीपूर्वक उपयोग करना चाहिए।

इन ईंधनों के अतिरिक्त भी हम अन्य बहुत से ऊर्जा स्रोतों का उपयोग करते हैं। ऊर्जा के नए तथा वैकल्पिक स्रोतों को विकसित करने के प्रयास भी किए जा रहे हैं। इस अध्याय में हम ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों, ईंधन के प्रकारों तथा इनका न्याय संगत उपयोग करने की आवश्यकता के बारे में अध्ययन करेंगे।

12.1 ऊर्जा के स्रोत—नवीकरणीय तथा अनवीकरणीय

बहता हुआ पानी, पवन, ज्वार-भाटा तथा जैव गैस (बायोगैस) ऊर्जा स्रोतों के कुछ ऐसे उदाहरण हैं जो हमें परोक्ष अथवा प्रत्यक्ष रूप में सूर्य से प्राप्त

होते हैं। ऊर्जा के इन स्रोतों की पुनः पूर्ति बहुत से प्राकृतिक प्रक्रमों द्वारा निरंतर होती रहती है। प्रकृति में जल-चक्रण जैसे ये प्रक्रम हमारे प्राकृतिक पर्यावरण के अभिन्न अंग हैं। इन स्रोतों की ऊर्जाओं का उपयोग हम इन्हें विद्युत-ऊर्जा अथवा ऊर्जा के अन्य रूपों में रूपांतरित करके करते हैं। हमने ऐसी बहुत सी युक्तियां भी विकसित कर ली हैं जिनके द्वारा हम सौर ऊर्जा से सीधे ही अपनी ऊर्जा की मांग की पूर्ति कर सकते हैं। सौर ऊर्जा से व्युत्पन्न सभी ऊर्जा स्रोत, चाहे हम उनसे ऊर्जा प्रत्यक्ष रूप से व्युत्पन्न करें अथवा परोक्ष रूप से, हमें उस समय तक ऊर्जा उपलब्ध कराते रहेंगे जब तक सूर्य से ऊष्मा तथा प्रकाश निरंतर मिलता रहेगा। इसीलिए, ऊर्जा के ऐसे स्रोतों को **नवीकरणीय स्रोत** कहते हैं। लकड़ी, चारकोल तथा बहुत से कृषि-अपशिष्ट भी ईंधन अथवा ऊर्जा-स्रोत के रूप में उपयोग किए जाते हैं। अधिक पेड़ लगाकर लकड़ी की पुनः पूर्ति की जा सकती है। परंतु आप जानते हैं कि किसी पेड़ को बढ़ने तथा ईंधन के लिए लकड़ी उपलब्ध कराने लायक परिपक्व होने में कई वर्षों का समय लगता है। इस प्रकार लकड़ी को हम तभी नवीकरणीय ऊर्जा-स्रोत के रूप में मान सकते हैं, जबकि हम **अधिक पेड़ लगाओ** अभियान के लिए उचित उपाय करें।

हम कोयला, किरोसीन तथा कुकिंग गैस जैसे ईंधनों का उपयोग अपने घरेलू कार्यों के लिए करते हैं। स्वचालित वाहनों तथा उद्योगों में पेट्रोल तथा प्राकृतिक गैस का उपयोग ईंधन के रूप में किया जाता है। इन ऊर्जा स्रोतों को **अनवीकरणीय** स्रोत कहते हैं। ये ऊर्जा स्रोत, करोड़ों वर्षों में संपन्न होने वाले अनेक प्रक्रमों की श्रृंखला के फलस्वरूप बने हैं। इनमें से कुछ के विषय में हम इसी अध्याय में आगे पढ़ेंगे। ये ऊर्जा स्रोत एक बार उपयोग में आने के बाद दोबारा उपलब्ध नहीं होंगे। अतः, आवश्यकता इस बात की है कि हम इनका संरक्षण करें तथा ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोतों का अधिकाधिक उपयोग करें।

इनके उत्तर दीजिए

1. ऊर्जा के नवीकरणीय तथा अनवीकरणीय स्रोत क्या हैं?
2. ऊर्जा के नवीकरणीय तथा अनवीकरणीय स्रोतों के दो-दो उदाहरण दीजिए।

12.2 ज्वलन ताप तथा दहन

आप जानते हैं कि ईंधन ऊर्जा के स्रोत हैं। परंतु किसी ईंधन की ऊर्जा का उपयोग करने के लिए उसे जलाना आवश्यक होता है। किसी ईंधन को जलाने के प्रकम को **दहन** कहते हैं। प्रायः दहन के प्रकम में पदार्थ वायु की आक्सीजन के साथ संयोजन करके ऊष्मा तथा प्रकाश उत्पन्न करता है। परंतु दहन आक्सीजन की अनुपस्थिति में भी हो सकता है, उदाहरण के लिए, मैग्नीसियम का क्लोरीन की उपस्थिति में दहन हो जाता है। वास्तव में, दहन एक उपचयन (ऑक्सीकरण) प्रक्रम है। इसके बारे में विस्तार से आप उच्च्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

वह ताप जिस पर कोई विशेष पदार्थ वायु की उपस्थिति में जलता है उस पदार्थ का **ज्वलन ताप** या **दहन ताप** कहलाता है। क्या आपने कभी यह सोचा है कि किरोसिन अथवा पेट्रोल से भरा कोई टिन स्वयं आग क्यों नहीं पकड़ता? अथवा कागज़ या लकड़ी का टुकड़ा आग पकड़ने में कुछ समय क्यों लेता है? इसका कारण यह है कि यदि किसी पदार्थ का ताप उसके दहन-ताप से कम हो तो वह आग नहीं पकड़ता। विभिन्न

पदार्थों के दहन-ताप भिन्न-भिन्न होते हैं। पेट्रोल का दहन ताप किरोसिन के दहन ताप से कम होता है। चूँकि पेट्रोल शीघ्र वाष्पित हो जाता है और आसानी से आग पकड़ लेता है, इसलिए हम स्टोव में पेट्रोल का उपयोग नहीं करते।

अपने दैनिक अनुभवों के आधार पर हम यह कह सकते हैं कि कुछ पदार्थ दहनशील हैं जबकि अन्य कुछ पदार्थ दहनशील नहीं हैं। कागज, स्ट्रॉ, कुकिंग गैस, किरोसीन, उपले तथा कोयला दहनशील हैं। पत्थर, कांच तथा सीमेंट अदह्य (दहनशील नहीं) पदार्थों के उदाहरण हैं।

12.3 ईंधनों के प्रकार

आप जानते हैं कि ईंधन शब्द का उपयोग उन सभी पदार्थों के लिए किया जाता है जिन्हें जलाकर ऊर्जा अथवा ऊष्मा प्राप्त की जा सकती है। ऐसे ईंधनों की एक सूची बनाइए जिनसे आपकी कक्षा के सभी विद्यार्थी परिचित हों। आपकी सूची में लकड़ी, चारकोल, कोयला, उपले, किरोसिन, द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG) अथवा कुकिंग गैस जैसे ईंधन हो सकते हैं। क्या आप इनका किसी भी आधार पर वर्गीकरण कर सकते हैं? आप जानते हैं कि आपकी तथा सूची में कुछ ईंधन ठोस हैं, कुछ द्रव हैं तथा शेष गैसीय हैं। इस प्रकार वर्गीकरण करने का एक आधार उनकी अवस्था— ठोस, द्रव तथा गैस— जिसमें वे हमें उपलब्ध कराए जाते हैं, हो सकता है।

ठोस ईंधन

हमारे देश में उपयोग होने वाले सामान्य ठोस ईंधन जलाने वाली लकड़ी (जलावन), लकड़ी का कोयला या चारकोल, उपले, कृषि-अपशिष्ट तथा कोयला हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में जलावन लकड़ी, कृषि-अपशिष्ट तथा उपले ऊर्जा के प्रमुख स्रोत होते हैं। तथापि, अन्य कार्यों के लिए बढ़ती मांग तथा पेड़ों की अत्यधिक कटाई के कारण लकड़ी दिन प्रतिदिन दुर्लभ तथा मंहगी होती जा रही है। विभिन्न कार्यों के लिए जितने पेड़ों की लकड़ी की आवश्यकता होती है उससे अधिक पेड़ लगाने के, गंभीर तथा सतत् प्रयासों द्वारा लकड़ी की आपूर्ति में सुधार किया जा सकता है। तथापि, जलावन लकड़ी, उपले तथा कृषि-अपशिष्टों को ईंधन के रूप में उपयोग करने की कुछ अन्य हानियां भी हैं। इन ईंधनों को जलाने पर अत्यधिक धुआं उत्पन्न होता है जिससे श्वसन-रोग उत्पन्न हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त पारंपरिक चूल्हों में जलाने पर लकड़ी, उपलों तथा अन्य कृषि-अपशिष्टों का संपूर्ण दहन नहीं होता है। प्रायः चूल्हों के डिजाइन में कमी के कारण अत्यधिक ऊर्जा अर्थात् ऊष्मा नष्ट हो जाती है। ऐसे अदक्ष चूल्हों के कारण वायु प्रदूषण की समस्या और बढ़ जाती है।

कोयला एक अन्य ठोस ईंधन है जिसका उपयोग शहरों, उद्योगों तथा पावर स्टेशनों (विद्युत उत्पादन केंद्रों) में किया जाता है। यह माना जाता है कि क़ोयला उन सघन वनों के विशाल पौधों के मंद संपीडन द्वारा बना है जो पृथ्वी पर लगभग 30 करोड़ वर्ष पूर्व विद्यमान थे। उस काल में पृथ्वी पर हुए कुछ परिवर्तनों के कारण ये विशाल पौधे पृथ्वी के पृष्ठ के नीचे दब गए। धीरे-धीरे उन पर मृदा की परतें जमती गईं। अंततः प्रचंड गर्मी तथा उच्च दाब के कारण पौधों के अवशेष कोयले में परिवर्तित हो गए। यही कारण है कि कोयले को **जीवाश्म-ईंधन** कहते हैं। कोयले में

जीवाश्म क्या हैं?

जीवाश्म शब्द का उपयोग मृत वृक्षों तथा जंतुओं की उन संरचनाओं के लिए जाता है जिन्हें प्रकृति ने हजारों वर्ष तक सुरक्षित बनाए रखा। आपने डायनासोरों के जीवाश्मों के बारे में सुना होगा जो आज से 60 लाख वर्ष तक पृथ्वी पर वास करते थे।

मुख्यतः कार्बन होता है तथा उद्योगों में इसे जल को गर्म करने में उपयोग किया जाता है।

कोयले के भंडार पृथ्वी के पृष्ठ तथा इसके काफी नीचे तक पाए जाते हैं। इन भंडारों को **कोयले की खान** कहते हैं। खानों से प्राप्त कोयले का उपयोग या तो उसी रूप में किया जाता है अथवा इसे अन्य उपयोगी उत्पादों जैसे कोक में परिवर्तित कर लिया जाता है।

कोयले का उपयोग कोक बनाने में भी होता है। वायु की अनुपस्थिति में कोयले को गर्म करने पर कोक, कोयला गैस (कोल गैस) तथा एक तैलीय द्रव प्राप्त होता है। इस द्रव को **कोलतार** कहते हैं। कोक का उपयोग कई उद्योगों में लोहे के निष्कर्षण में तथा घरेलू कार्यों के लिए किया जाता है। प्रायः किसी ईंधन की गुणवत्ता की तुलना दूसरे ईंधन की गुणवत्ता से करना आवश्यक हो जाता है। ईंधनों का एक अभिलक्षण, जो उनकी गुणवत्ता का निर्धारण करने में सहायक होता है, ईंधन का **ऊष्मा मान** अथवा **कैलोरी मान** है। किसी ईंधन का ऊष्मा मान ऊष्मा के रूप में ऊर्जा का वह मान होता है जिसे वह ईंधन आदर्श परिस्थितियों के अंतर्गत अपने एकांक द्रव्यमान के पूर्ण दहन पर मुक्त करता है। सारणी 12.1 में कुछ सामान्य ठोस ईंधनों के ऊष्मा मान दिए गए हैं।

सारणी 12.1: कुछ ठोस ईंधनों के ऊष्मा मान

ईंधन	*ऊष्मा मान (किलोजूल प्रति किलोग्राम)*
उपले	6000-8000
लकड़ी	17000-22000
कोयला	25000-33000

द्रव ईंधन

हमारे घरों में उपयोग होने वाला सामान्य द्रव ईंधन किरोसीन है। पेट्रोल तथा डीजल जैसे अन्य परिचित द्रव ईंधन पेट्रोल स्वचालित वाहनों में उपयोग किए जाते हैं। ईंधन तेल एक अन्य द्रव ईंधन है जिसका उपयोग जलयानों, शक्ति संयंत्रों तथा कुछ उद्योगों में होता है। सामान्य अवस्थाओं में ये सभी ईंधन द्रव अवस्था में पाए जाते हैं। इन्हें पेट्रोलियम, जिसे कच्चा तेल भी कहते हैं, से प्राप्त किया जाता है। ये द्रव-ईंधन, कार्बन तथा हाइड्रोजन के यौगिकों, का मिश्रण होते हैं जिन्हें हाइड्रोकार्बन कहते हैं।

शब्द पेट्रोलियम ग्रीक भाषा के शब्द 'पेट्रो' जिसका अर्थ है 'चट्टान' तथा 'ओलियम' जिसका अर्थ है 'तेल' से व्युत्पन्न हुआ है। इसलिए, पेट्रोलियम का अर्थ है 'चट्टानों' से 'तेल'। ऐसा माना जाता है कि पेट्रोलियम करोड़ों वर्ष पूर्व समुद्र की तली की पंकिल तलछट में जमे सूक्ष्म समुद्री पादपों एवम् जंतुओं के मृत अवशेषों से बना है। कार्बनिक मलबों तथा दीर्घकालीन अवसादन के अंबार में ये मृत जीव पृथ्वी के भीतर अत्यधिक गहराई पर दफन हो गए। पृथ्वी की सतह के नीचे उच्च दाब तथा प्रचंड ऊष्मा के कारण तथा प्राकृतिक उत्प्रेरकों की उपस्थिति में ये मृत अवशेष पेट्रोलियम में परिवर्तित हो गए। यही कारण है कि पेट्रोलियम को भी जीवाश्म ईंधन कहते हैं।

पेट्रोलियम काले रंग का गाढ़ा तेलीय द्रव है। आश्यर्चजनक तथ्य यह है कि यह स्वयं ज्वलनशील नहीं है। इसकी गंध अरुचिकर होती है। यह जल में अविलेय है तथा जल के पृष्ठ पर तैरता है। भूपर्पटी पर पेट्रोलियम के भंडार काफी अधिक गहराई पर पाए जाते हैं। पेट्रोलियम के ये भंडार प्रायः ऐसी चट्टानों से घिरे रहते हैं जो उसे बहने नहीं देतीं। अपारगम्य चट्टानों को बेधकर पेट्रोलियम के भंडारों से उसे पंपों द्वारा बाहर निकाला जाता है इन्हें पेट्रोलियम-कुएं कहते हैं। भारत में पेट्रोलियम गुजरात तथा असम में पाया जाता है। मुंबई के निकट समुद्र तल के नीचे भी पेट्रोलियम के भंडार खोजे गए हैं। इस तेल वाले क्षेत्र को बोम्बे हाई कहते हैं। हाल ही में गोदावरी तथा कावेरी नदियों की द्रोणियों के निकट पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस के भंडारों की खोज की गई है।

भंडारों से निष्कर्षण के पश्चात् पेट्रोलियम को पाइपों द्वारा परिष्करणशाला (रिफाइनरी) तक ले जाया जाता है जहां इसके विभिन्न प्रभाजों जैसे पेट्रोल, डीजल, किरोसिन तथा पेट्रोलियम गैस को प्राप्त करते हैं। सारणी 12.2 में कुछ द्रव-ईंधनों के ऊष्मा मान दिए गए हैं।

सारणी 12.2 कुछ द्रव ईंधनों के ऊष्मा मान

ईंधन	*ऊष्मा मान (किलोजूल प्रति किलोग्राम)*
पेट्रोल	47000
किरोसीन	45000

गैसीय ईंधन

पेट्रोलियम गैस तथा प्राकृतिक गैस दो प्रमुख गैसीय ईंधन हैं। पेट्रोलियम गैस पेट्रोलियम के परिष्करण की प्रक्रिया में उपोत्पाद के रूप में प्राप्त होता है। इसका मुख्य घटक एक गैस है जिसे ब्यूटेन कहते हैं, यद्यपि इसमें ऐथेन तथा प्रोपेन जैसी अन्य गैसें भी होती हैं। ये सभी गैसें हाइड्रोकार्बन हैं। ब्यूटेन को उच्च दाब पर आसानी से द्रवित किया जा सकता है। इसीलिए इसकी आपूर्ति द्रव अवस्था में सिलिण्डर में भरकर की जाती है तथा भंडारण भी द्रव अवस्था में किया जाता है। हमारे घरों में उपयोग होने वाले कुकिंग-गैस-सिलिण्डरों में द्रवित-पेट्रोलियम-गैस अथवा एल.पी.जी. (LPG), जो इसका बोलचाल का नाम है, भरी होती है। जब हम सिलिण्डर में लगे वाल्व को खोलते हैं, तो द्रवित गैस कम दाब होने के कारण वाष्पित होकर रबर की नली से होकर बर्नर तक पहुंचती है।

एल.पी.जी. एक अत्यधिक ज्वलनशील पदार्थ है, अर्थात् यह आसानी से आग पकड़ लेती है। यह एक गंधहीन गैस है। अतः इस गैस के रिसाव का पता लगाना अत्यधिक कठिन है। इस गैस के रिसाव से जीवन तथा संपत्ति की हानि हो सकती है क्योंकि रिसी हुई गैस आसानी से आग पकड़ सकती है। इससे बचाव के लिए, हमारे घरों में आपूर्ति की जाने वाली LPG में एक अत्यंत तीव्र गंध की गैस मिलाई जाती है। परिणामस्वरूप गैस के रिसाव का पता आसानी से लग सकता है तथा बचाव के उपाय किए जा सकते हैं।

प्राकृतिक गैस एक अन्य जीवाश्म ईंधन है जो तेल-कुओं में पेट्रोलियम के साथ पाई जाती है। तथापि, कुछ तेल-कुओं से केवल प्राकृतिक गैस ही प्राप्त होती है। इसमें मुख्य रूप से मेथैन गैस

होती है, जो आसानी से जलकर ऊष्मा उत्पन्न करती है। मेथैन भी एक हाइड्रोकार्बन है। उच्चदाब पर संपीडित करने पर प्राकृतिक गैस का उपयोग तथा परिवहन सरल हो जाता है। संपीडित अवस्था में इसे संपीडित प्राकृतिक गैस अथवा सी.एन.जी. (CNG) कहते हैं। पारंपरिक रूप से, प्राकृतिक गैस का ईंधन के रूप में उपयोग उद्योगों में तथा बिजली उत्पन्न करने के लिए होता रहा है। अब इसका अधिकाधिक उपयोग स्वचालित वाहनों में ईंधन के रूप में किया जा रहा है। एक अन्य गैसीय ईंधन, जिसका सामान्य रूप से उपयोग हो रहा है, जैव गैस (बायोगैस) है जिसके विषय में आप आगे अध्ययन करेंगे। सारणी 12.3 में कुछ गैसीय ईंधनों के ऊष्मा मान दिए गए हैं।

सारणी 12.3: कुछ गैसीय ईंधनों के ऊष्मा मान

ईंधन	*ऊष्मा मान (किलोजूल प्रति किलोग्राम)*
मेथैन	55000
ब्यूटेन (LPG)	55000
बायोगैस	35000-40000

इनके उत्तर दीजिए

1. जीवाश्म ईंधन की परिभाषा लिखिए। तीन जीवाश्म ईंधनों के नाम दीजिए।
2. ठोस ईंधनों, द्रव ईंधनों तथा गैसीय ईंधनों में प्रत्येक के दो-दो उदाहरण लिखिए।

12.4 नवीकरणीय स्रोत

सूर्य ऊर्जा का अत्यंत महत्त्वपूर्ण स्रोत है। हर समय पृथ्वी के पृष्ठ का कोई न कोई भाग सूर्य के प्रकाश से प्रदीप्त रहता है। अतः हम यह कह सकते हैं कि वर्ष के सभी दिन चौबीसों घंटे पृथ्वी सूर्य से ऊष्मा तथा प्रकाश के रूप में ऊर्जा प्राप्त करती रहती है। इस ऊर्जा का कुछ भाग वायुमण्डल में उपस्थित धूल तथा जल बूंदों से परावर्तित होकर अंतरिक्ष में वापस चला जाता है। पृथ्वी के ध्रुवीय प्रदेशों पर उपस्थित हिम के विशाल भण्डारों से भी सौर ऊर्जा का कुछ भाग परावर्तित होकर अंतरिक्ष में वापस चला जाता है। दिन के समय स्थल तथा समुद्र द्वारा सौर ऊर्जा का प्रमुख भाग अवशोषित कर लिया जाता है, जो पृथ्वी को गर्म कर देता है। पृथ्वी जो ऊष्मा अवशोषित करती है उसका कुछ भाग वह रात्रि के समय ठंडी होते समय मुक्त कर देती है।

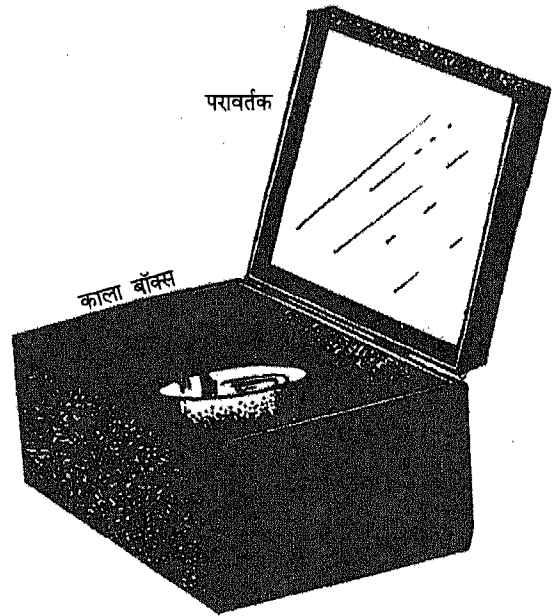
पृथ्वी के पृष्ठ पर स्थल तथा जल द्वारा अवशोषित ऊष्मा के कारण पवन एवम् समीर के रूप में वायु के प्रवाहित होने से वर्षा तथा हिमपात जैसी बहुत-सी प्राकृतिक परिघटनाएं होती हैं। इन प्रक्रमों के दौरान सौर ऊर्जा का कुछ भाग ऊर्जा के विभिन्न रूपों में रूपांतरित हो जाता है। उदाहरण के लिए, पवनों तथा बहते हुए जल की ऊर्जा का कारण सौर ऊर्जा ही है।

यह समझने के लिए कि किस प्रकार सौर ऊर्जा नदियों के बहते जल की ऊर्जा के रूप में उपलब्ध हो जाती है, आइए एक सरल प्रकरण पर विचार करें। स्थल तथा समुद्र द्वारा ऊष्मा के अवशोषण के कारण जल का निरंतर वाष्पन होता रहता है। वायु में उपस्थित जल वाष्प ऊपर की ओर उठती है और फिर वायु में संवहनी धाराओं द्वारा दूरस्थ स्थानों तक पहुंच जाती है। इस प्रकार, सौर ऊर्जा का कुछ भाग वायु में उपस्थित जल वाष्प की स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है। वायु में उपस्थित जलवाष्प के संघनन से बादल बनते हैं जो अंततः जल को वर्षा तथा हिमपात के रूप में फिर

से पृथ्वी पर वापस लाते हैं। उच्च पर्वतीय क्षेत्रों में जब वर्षा तथा हिमपात होता है तो उसमें जल में उच्च स्थितिज ऊर्जा होती है। जब यह जल नदियों में प्रवाहित होता है, तो उस समय इसमें गतिज ऊर्जा के साथ-साथ स्थितिज ऊर्जा भी होती है।

इसी प्रकार, वायु की संवहनी धाराएं, पवन, चक्रवात अथवा तूफान को जन्म देती हैं तथा इनका बनना वायु की चाल पर निर्भर करता है। अतः पवन की ऊर्जा भी सौर ऊर्जा का ही एक अन्य रूप है। सौर ऊर्जा का एक बहुत छोटा भाग प्रकाश संश्लेषण प्रक्रम के दौरान पौधों द्वारा अवशोषित किया जाता है जो पौधों में रासायनिक ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। इस प्रकार, पौधों तथा उनके उत्पादों द्वारा मानव सहित अन्य जीवों को भोजन के रूप में दी जाने वाली ऊर्जा सौर ऊर्जा का ही एक अन्य रूप होता है। आप अब यह समझ सकते हैं कि कोयले तथा पेट्रोलियम को भी सौर ऊर्जा से व्युत्पन्न ऊर्जा कहा जा सकता है। इसका कारण यह है कि ये उन पौधों तथा जंतुओं से बने हैं जो पृथ्वी पर काफी समय पूर्व विद्यमान थे।

पृथ्वी पर एक घंटे में पड़ने वाली सौर ऊर्जा समस्त विश्व की जनसंख्या द्वारा एक वर्ष में खर्च की जाने वाली कुल ऊर्जा के लगभग बराबर होती है। दुर्भाग्यवश, पृथ्वी के छोटे एकांक क्षेत्रफल पर पड़ने वाली सौर ऊर्जा काफी कम होती है। अतः, इस ऊर्जा के छोटे भाग को उपयोग करने के लिए भी हमें ऐसी युक्तियों की आवश्यकता होती है जो इसे बड़े क्षेत्र से एकत्र कर सकें। यह भी खोज की गई है कि सफेद अथवा परावर्ती पृष्ठों की तुलना में काले पृष्ठ सौर ऊर्जा का अवशोषण अपेक्षाकृत अधिक तेजी से करते हैं। अतः काले पृष्ठों का उपयोग इनके द्वारा सौर ऊर्जा का अवशोषण करके आसपास के क्षेत्र को गर्म करने के लिए किया जाता है। सौर कुकर इसी सिद्धांत पर कार्य करता है।

सौर कुकरों का उपयोग भोजन पकाने के लिए किया जाता है। यह ऊष्मारोधी पदार्थ का बना एक ऐसा बाक्स होता है जिसकी भीतरी दीवारें तथा तली सभी काली होती हैं। इसका ऊपरी ढक्कन कांच का होता है (चित्र 12.1) । इस

चित्र 12.1 सौर कुकर

प्रकार से कुकर द्वारा चावल, दाल तथा सब्जियां पकाई जा सकती हैं। इस सौर कुकर द्वारा लगभग 100°C ताप प्राप्त किया जा सकता है। अतः, इसका उपयोग चपातियां बनाने अथवा तलने के लिए नहीं किया जा सकता।

यदि भोजन पकाने के बर्तन के स्थान पर किसी पाइप को कुंडली के रूप में मोड़कर उसे काला पोत लें और सौर कुकर जैसे ही किसी बॉक्स के भीतर रख दें तो यह जल ऊष्मक की

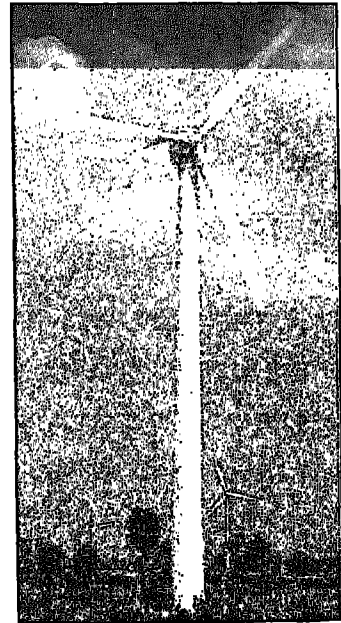
भांति कार्य करता है। पाइप में प्रवाहित होने वाला जल सौर ऊर्जा का अवशोषण करके गर्म हो जाता है। सौर जल ऊष्मक नहाने तथा भोजन पकाने के लिए गर्म जल प्रदान करता है। बड़े सौर ऊष्मक का उपयोग वायु को गर्म करने के लिए भी किया जा सकता है। इस प्रकार प्राप्त गर्म वायु का उपयोग अन्न कणों, सब्जियों, फलों तथा अन्य पदार्थों को शुष्क बनाने के लिए किया जा सकता है। इस प्रकार बनी युक्तियों को **सौर शुष्कक** कहते हैं।

सौर सेल सौर ऊर्जा को विद्युत में रुपांतरित कर देते हैं। ये प्राय: सिलिकॉन के बने होते हैं। सौर सेलों का उपयोग उपग्रहों तथा लद्दाख जैसे दूरस्थ क्षेत्रों के लिए विद्युत उत्पन्न करने में होता है। सीमित स्तर पर इनका उपयोग परिकलकों, ट्रैफिक लाइटों तथा दूरस्थ क्षेत्रों से रेडियो तथा दूरदर्शन कार्यक्रमों के प्रसारण के लिए किया जाता है। अभी भी सौर-सेलों का मूल्य काफी अधिक है जिसके कारण इनका विस्तृत उपयोग नहीं हो रहा है।

पवन ऊर्जा

पवन, वायु में उत्पन्न ऐसी संवहनी धाराएँ हैं जो सूर्य द्वारा पृथ्वी के पृष्ठ को असमान रूप से गर्म करने के कारण वायु में उत्पन्न होती हैं। पवनों की दिशा तथा चाल पृथ्वी के प्रत्येक स्थान पर वर्षभर परिवर्तित होती रहती है तथापि, पृथ्वी तल के किसी भी स्थान पर सालों साल पवनों की चाल एवम् दिशा में परिवर्तनों का पैटर्न बहुत कुछ नियत रहता है। प्राय: पवनों की चाल ऊंचाई के साथ बढ़ती है तथा पर्वतीय क्षेत्रों में अधिकतम होती है। पवनों की चाल समुद्री तथा तटवर्ती क्षेत्रों में भी अधिक होती है। गतिशील वायु की ऊर्जा अथवा पवन ऊर्जा का उपयोग कई शताब्दियों से बहुत से देशों में, विशेषकर यूरोप में, पवन चक्कियों को घुमाने के लिए किया जाता रहा है। पवन चक्कियों का उपयोग अन्न कणों को पीसने, जल पंपों को चलाने तथा बिजली उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है।

किसी एक पवन चक्की द्वारा उत्पन्न बिजली काफी कम होती है तथा इसका उपयोग व्यापारिक कार्यों के लिए नहीं किया जा सकता। अत:, विशाल क्षेत्र में कई पवन चक्कियां स्थापित की जाती हैं तथा ऐसे क्षेत्र को **पवन ऊर्जा फार्म** कहते हैं। व्यापारिक पैमाने पर बिजली प्राप्त करने के लिए इन सभी पवन चक्कियों की निर्गत ऊर्जाओं को एक साथ संयोजित किया जाता है।

भारत की पवन शक्ति की अनुमानित क्षमता 20,000 मेगावाट (MW) आंकी गई है। वर्ष

चित्र 12.2 पवन चक्की

1999 तक भारत की पवन ऊर्जा से विद्युत उत्पन्न करने के लिए प्रतिष्ठापित क्षमता 1025MW से अधिक थी। तमिलनाडु में कन्याकुमारी के निकट सबसे बड़ा पवन ऊर्जा फार्म स्थापित किया गया है, जो 380 MW विद्युत उत्पन्न कर सकता है।

जल-विद्युत ऊर्जा

आप जानते हैं कि नदियों के बहते जल में गतिज तथा स्थितिज दोनों ही प्रकार की ऊर्जा होती है, जो परोक्ष रूप में सौर ऊर्जा का ही एक रूप हैं। बहते जल की ऊर्जा अथवा जल-ऊर्जा, ऊर्जा का एक महत्त्वपूर्ण स्रोत है। बहते जल का परंपरागत उपयोग अन्न कणों को पीसने के लिए जल चक्रों को घुमाने के लिए होता रहा है।

आजकल बहते जल की ऊर्जा का उपयोग जल विद्युत शक्ति संयंत्रों में विद्युत उत्पादन के लिए किया जाता है। ऐसा उच्च पठारों में नदियों पर बांधों का निर्माण करके किया जाता है। इन बांधों के संचित जल में स्थितिज ऊर्जा होती है। बांधों के शीर्ष से जल को बड़ी सुरंगों से होकर पर्वत के नीचे की ओर बहाया जाता है। जब यह तीव्र गति से बहता जल बांध के आधार के निकट स्थापित जनित्र के टरबाइन के ब्लेडों पर गिरता है तो वे घूर्णन गति करने लगते हैं जिससे विद्युत उत्पन्न होती है। इस प्रकार उत्पन्न विद्युत को **हाइडल शक्ति** या **हाइडल पावर** कहते हैं।

जैव गैस या बायोगैस

आपने सीखा है कि जलाने की लकड़ी, कृषि अपशिष्ट तथा जंतुओं की विष्टा (गोबर आदि) का उपयोग ऊर्जा-स्रोतों के रूप में किया जाता है। इन्हें प्रायः वायु में जलाकर ऊष्मा प्राप्त करते हैं। तथापि, एक अन्य विधि भी है जिसके द्वारा इन स्रोतों का उपयोग अधिक दक्षतापूर्वक किया जा सकता है। इस विधि में पशु-विष्टा के साथ-साथ मानव-विष्टा तथा कृषि अपशिष्टों का उपयोग एक गैसीय ईंधन प्राप्त करने में किया जाता है जिसे जैव गैस या **बायोगैस** कहते हैं। पादपों तथा जंतुओं के मृत शरीर का उपयोग भी जैव गैस प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है।

जैव गैस प्राप्त करने के लिए पशु-विष्टा, कृषि अपशिष्ट जैसे कच्चे पदार्थ को विशेष प्रकार से निर्मित गड्ढे में रखा जाता है। जैव गैस संयंत्र का डिजाइन इस प्रकार तैयार किया जाता है कि कच्चा पदार्थ ऑक्सीजन के संपर्क में न आने पाए। वायु की अनुपस्थिति तथा जल की उपस्थिति में पादप तथा जंतु पदार्थ विघटित होकर मेथैन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा कुछ अन्य गैस प्रदान करते हैं। गैसों के इस मिश्रण को जैव गैस कहते हैं। भोजन पकाने के लिए जैव गैस एक अच्छा ईंधन है। इसका उपयोग गलियों में प्रकाश करने तथा इंजनों को चलाने में भी किया जा सकता है। हमारे देश में अब तक कई लाख जैव गैस संयंत्र स्थापित किए जा चुके हैं। यदि समस्त गोबर तथा कृषि अपशिष्ट का उपयोग जैव गैस के निर्माण में किया जाने लगे तो ग्रामीण क्षेत्रों की ऊर्जा की समस्या का काफी समाधान हो सकता है। जैव गैस निकलने के पश्चात् जैव गैस संयंत्र में बचा पदार्थ पौधों के लिए खाद का उत्तम स्रोत होता है।

12.5 नाभिकीय ऊर्जा

आपने यह सीखा है कि किसी परमाणु का द्रव्यमान उसके सघन नाभिक में होता है। यहीं पर ही परमाणु की अधिकांश ऊर्जा भी होती है। जब

किसी भारी परमाणु (उदाहरण के लिए यूरेनियम) का नाभिक टूटता है और हल्के नाभिक बनते हैं, तो अत्यधिक परिमाण में ऊर्जा मुक्त होती है। यह प्रक्रिया **विखंडन** कहलाती है तथा उत्पन्न ऊर्जा को **नाभिकीय ऊर्जा** अथवा **परमाणु ऊर्जा** कहते हैं। विखंडन के विपरीत, जब कोयले का ढेर जलता है, तो कोयले के कार्बन परमाणु वायु की ऑक्सीजन के साथ संयोजित होकर कार्बन डाइऑक्साइड बनाते हैं। इस प्रक्रिया में ऊष्मा मुक्त होती है तथा इसे हम ज्वाला के रूप में देखते हैं। इसमें धुआं भी उत्पन्न होता है। जब किसी विखंडन अभिक्रिया में ऊष्मा उत्पन्न होती है, तब कोई ज्वाला अथवा धुआं नहीं होता।

विखंडन से प्राप्त ऊर्जा के बहुत से उपयोग हैं। नाभिकीय शक्ति संयंत्रों में नाभिकीय विखंडन की ऊर्जा से शक्ति उत्पन्न की जाती है। इन संयंत्रों में विशेष तकनीक द्वारा विखंडन अभिक्रिया को नियंत्रित किया जाता है। भारत विश्व के उन कुछ देशों में से एक है जिसने नाभिकीय शक्ति संयंत्रों को बनाने तथा उन्हें चलाने की प्रौद्योगिकी पर दक्षता प्राप्त कर ली है। हमारे देश में नाभिकीय शक्ति संयंत्र तारापुर, कल्पकम, कोटा तथा नरोरा में कार्य कर रहे हैं। नाभिकीय विखंडन की ऊर्जा का उपयोग जलयानों तथा पनडुब्बियों को चलाने में भी किया जा रहा है। एक अन्य प्रकार की नाभिकीय अभिक्रिया भी होती है जिसे **नाभिकीय संलयन** कहते हैं। संलयन में कम द्रव्यमान नाभिक संलयित होकर उच्च द्रव्यमान के नाभिक बनाते हैं। उदाहरण के लिए, सूर्य में ऊर्जा उत्पादन नाभिकीय संलयन के कारण होता है। सूर्य में अत्यधिक उच्च ताप तथा दाब पर हाइड्रोजन नाभिक संयोजित होकर हीलियम नाभिक बनाते हैं। वैज्ञानिक ऐसी प्रौद्योगिकी विकसित करने का प्रयास कर रहे हैं जिसके द्वारा संलयन प्रक्रम में मुक्त ऊर्जा को ऊर्जा के स्रोत की भांति काम में लाया जा सके।

इनके उत्तर दीजिए

1. ऐसी कछ युक्तियों के नाम लिखिए जिनमें सौर ऊर्जा को काम में लाया जाता है।
2. जैव गैस क्या होती है?
3. नाभिकीय ऊर्जा की परिभाषा लिखिए।
4. उन तीन स्थानों के नाम लिखिए जहां हमारे देश में नाभिकीय शक्ति संयंत्र कार्य कर रहे हैं।

12.6 ऊर्जा, विकास तथा पर्यावरण

आदिकालीन मानव की ऊर्जा का प्रमुख स्रोत लकड़ी था। जब उसने आग को नियंत्रित करना सीख लिया तो वह लकड़ी का उपयोग गर्मी प्राप्त करने तथा भोजन पकाने में करने लगा। जब मानव ने फसलें उगाना शुरू किया तो उसकी ऊर्जा की मांग में वृद्धि हो गई। उसने जंतुओं का उपयोग आरंभ कर दिया। उसके पश्चात् मानव ने कोयले, पवन, जल तथा पेट्रोलियम की ऊर्जा का उपयोग आरंभ किया। पिछले सौ वर्षों की अवधि में विभिन्न उद्योगों में विकास के साथ ऊर्जा की मांग में अत्यंत तीव्र गति से वृद्धि हो रही है। आधुनिक मानव आदिकालीन मानव की तुलना में लगभग सौ गुना अधिक ऊर्जा का उपयोग करता है। यह कोयला तथा पेट्रोलियम जैसे जीवाश्म ईंधनों की बड़े पैमाने पर खोज के कारण ही संभव हो सका है। नए-नए उद्योगों के लगने तथा शहरों की संख्या एवम् विस्तार में वृद्धि के फलस्वरूप ऊर्जा की खपत भी बढ़ रही है। आधुनिक कृषि में, आधुनिक मशीनों, उर्वरकों, पीडकनाशियों के उपयोग

तथा कुओं व नहरों से जल की आपूर्ति के कारण, ऊर्जा की खपत भी बहुत अधिक है। भंडारण तथा परिवहन में भी ऊर्जा की खपत होती है। विविध प्रकार के संसाधित आहारों की भी बहुत मांग है, यानि ऐसे आहार जिनका शुष्कन, शीत भंडारण, डिब्बाबंदी, हिमीकरण आदि किया गया हो। खाने के लिए तुरंत तैयार आहार जैसे डबल रोटी, हल्का नाश्ता, शीतल पेय, आइसक्रीम आदि को बड़े पैमाने पर बाज़ार में बेचा जा रहा है। इनको बनाने, पैक करने, भंडारण तथा परिवहन के लिए अत्यधिक ऊर्जा की आवश्यकता है।

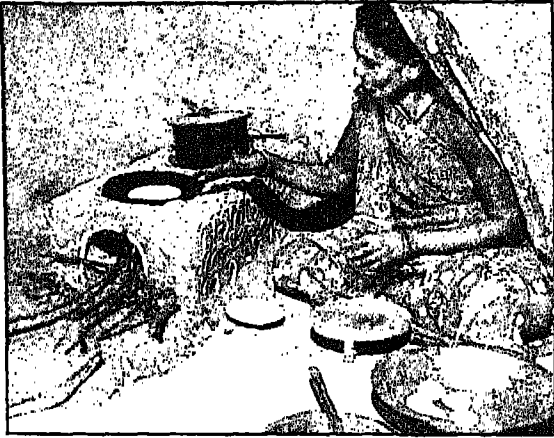
बहुत-सी सुविधाओं की पूर्ति के कारण हमारे यहां घरों में ऊर्जा की खपत में वृद्धि हो रही है। पानी की आपूर्ति हर समय होती रहे इसके लिए पानी को पंपों द्वारा भवनों की छतों पर बनी टंकियों में भंडारित किया जाता है। घरों में प्रकाश करने, पानी गर्म करने तथा पंखे, रेडियो, टेलीविजन, रेफ्रिजरेटर, एयर कंडीशनर तथा रसोई में उपयोग होने वाले साधनों को चलाने में ऊर्जा की खपत होती है। परिवहन में अत्यधिक मात्रा में ईंधन खर्च हो रहा है। शहर आकार में बड़े होते जा रहे हैं। लोगों को अपने कार्यों के लिए विभिन्न स्थानों पर जाना पड़ता है।

परंतु शहरों तथा उद्योगों के विकास का हमारे प्राकृतिक पर्यावरण पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। इन विकासों के फलस्वरूप वायु में कार्बन मोनोक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड, हाइड्रोकार्बन, नाइट्रोजन, लेड, आर्सेनिक के ऑक्साइड, एस्बेस्टॉस, रेडियोएक्टिव पदार्थ तथा धूल जैसे प्रदूषक युक्त होते हैं। कोयले तथा पेट्रोलियम उत्पादों जैसे जीवाश्म ईंधनों का दहन वायु प्रदूषण का प्रमुख स्रोत है। खनन के क्रियाकलाप, उर्वरकों तथा पीडकनाशियों के उपयोग द्वारा भी वायु प्रदूषण में वृद्धि होती है। वृक्षों की अंधाधुंध कटाई तथा वनों को वृक्षहीन करना ऐसे कार्यकलाप हैं जिनके कारण वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा में वृद्धि होती है।

फैक्टरियों, शक्ति संयंत्रों, भूमिगत कोयले की खानों, तथा तेल के कुओं से ऐसे अपशिष्ट पदार्थ निकलते हैं जो जल को प्रदूषित करते हैं। अतः विकास तथा पर्यावरण के बीच संतुलन बनाए रखना आवश्यक है। अतः हमें ऐसी योजनाएं विकसित करने की आवश्यकता है जिनसे हमारी वर्तमान पीढ़ी की आवश्यकताओं की पूर्ति, भविष्य की पीढ़ियों के लिए बिना कोई पर्यावरणीय असंतुलन उत्पन्न किए, हो जाए।

इसलिए, विभिन्न ऊर्जा स्रोतों का न्यायसंगत उपयोग किया जाना चाहिए। जब हमें बल्ब, पंखों, अथवा अन्य बिजली से चलने वाले साधित्रों की आवश्यकता न हो तो उनके स्विच ऑफ कर देने चाहिए। उपयोग के पश्चात् हमें पानी की टोंटी बंद कर देनी चाहिए। भोजन पकाने के लिए हमें जितने पानी की आवश्यकता है केवल उतना ही उपयोग करना चाहिए। चावल, दाल आदि पकाते समय हमें बर्तन को ढक देना चाहिए। पकाने से पहले दालों को कुछ समय तक पानी में भिगो लेना चाहिए। इन सरल आदतों द्वारा हम ऊर्जा की काफी बचत कर सकते हैं।

ऊर्जा संरक्षण का एक अन्य उपाय यह है कि अधिक दक्ष साधित्रों का उपयोग करें। समान शक्ति के बल्ब की तुलना में उसी शक्ति की ट्यूब लाइट कहीं अधिक प्रकाश देती है। उत्तम गुणवत्ता का स्टोव अधिक दक्षतापूर्वक ईंधन जलाकर प्रति एकांक अधिक ऊष्मा देता है। आबद्ध तथा सुवाह्य दो प्रकार के

उन्नत चूल्हे विकसित किए गए हैं। आबद्ध प्रकार के चूल्हों के कई प्रकार के मॉडल, बाजार में उपलब्ध हैं जैसे एक हंडिया वाले, दो हंडिया वाले, तीन हंडिया वाले, चिमनी वाले अथवा बिना चिमनी के। धातु अथवा मेटल क्लैड सिरैमिक के बने सुवाह्य चूल्हे भी विभिन्न आकारों में उपलब्ध हैं।

चित्र 12.3 उन्नत चूल्हे का उपयोग करती एक महिला

12.7 अग्निशमन

संभवतः आपने घरों अथवा फैक्टरियों में आग लगते देखा अथवा सुना होगा। चूंकि दहन के लिए ईंधन, ऑक्सीजन तथा ऊष्मा ये तीन कारक चाहिए। अतः इनमें से किसी एक को भी हटाकर आग को नियंत्रित किया जा सकता है।

आग को नियंत्रित करने का एक महत्त्वपूर्ण उपाय यह है कि ईंधन तथा वायु के बीच के संपर्क को भंग कर दिया जाए। वायु की आपूर्ति समाप्त करने पर ऐसा हो सकता है। जलते द्रव ईंधन जैसे किरोसिन को रेत अथवा मिट्टी से ढककर वायु से अलग करके आग बुझाई जा सकती है।

अग्निशमन में पानी बहुत प्रभावी होता है। यह ईंधन को उसके ज्वलन ताप से नीचे तक ठंडा करके आग को फैलने से रोकता है। यह ईंधन तथा वायु के बीच प्रतिरोधक की भांति कार्य करके आग को नियंत्रित करने में सहायता भी करता है।

फोम, कार्बन डाइऑक्साइड अथवा कंबल जैसा कोई आवरण भी जलते हुए पदार्थ से वायु की आपूर्ति भंग करने में प्रभावी होते हैं। तथापि, विद्युत साधित्रों में लगी आग को बुझाने के लिए पानी तथा फोम का उपयोग नहीं करना चाहिए। पानी (घुले लवणों के कारण) विद्युत का चालक होता है, अतः जो व्यक्ति अग्निशमन के उपकरणों का उपयोग कर रहा है उसे झटका लग सकता है। तेल अथवा पेट्रोल में आग लगने के कारण लगी आग को बुझाने के लिए भी पानी का उपयोग नहीं करना चाहिए। पानी तेल अथवा पेट्रोल से भारी होता है। अतः, यह आग को और फैला सकता है।

प्रमुख शब्द

नवीकरणीय स्रोत, अनवीकरणीय स्रोत, दहन, ठोस ईंधन, द्रव ईंधन, गैसीय ईंधन, जीवाश्म ईंधन, कोयला, पेट्रोलियम, डीज़ल, द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG), संघनित प्राकृतिक गैस (CNG), सौर कुकर, सौर शुष्कक, पवन चक्की, पवन ऊर्जा फ़ार्म, जल विद्युत ऊर्जा, जैव गैस (बायोगैस), नाभिकीय ऊर्जा, विखंडन, संलयन, पर्यावरण प्रदूषण, वायु प्रदूषण, जल प्रदूषण, ऊर्जा का न्यायसंगत उपयोग, ऊर्जा-संरक्षण, अग्निशमन।

सारांश

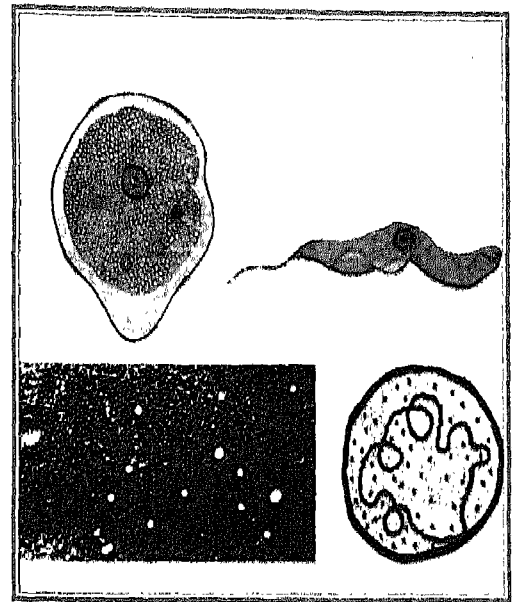
- ऊर्जा स्रोत या तो नवीकरणीय होते हैं अथवा अनवीकरणीय होते हैं।
- जल, पवन, जैव गैस तथा सूर्य का प्रकाश नवीकरणीय ऊर्जा-स्रोत के उदाहरण हैं।
- कोयला तथा पेट्रोलियम अनवीकरणीय ऊर्जा-स्रोत के उदाहरण हैं।
- ईंधन के जलने के प्रक्रम को दहन कहते हैं। दहन के समय ईंधन वायु की ऑक्सीजन से संयोजन करके ऊष्मा तथा प्रकाश उत्पन्न करता है।
- ईंधन ठोस, द्रव अथवा गैसीय हो सकते हैं।
- लकड़ी, कृषि अपशिष्ट, उपले, कोयला तथा चारकोल मुख्य ठोस ईंधन हैं।
- किरोसीन, पेट्रोल तथा डीज़ल मुख्य द्रव ईंधन हैं।
- जैव गैस, पेट्रोलियम गैस तथा प्राकृतिक गैस मुख्य गैसीय ईंधन हैं। पेट्रोलियम गैस की आपूर्ति द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG) तथा प्राकृतिक गैस की आपूर्ति संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) के रूप में की जाती है।
- सौर ऊर्जा का उपयोग सौर-कुकर, सौर शुष्कक आदि जैसी युक्तियों में किया जाता है।
- पवन ऊर्जा का उपयोग पवन चक्कियों द्वारा किया जाता है।
- बहते जल का उपयोग टरबाइन को घुमाकर विद्युत उत्पन्न करने में किया जा सकता है। इस प्रकार उत्पन्न विद्युत को जल विद्युत-ऊर्जा कहते हैं।
- पौधों तथा जंतुओं के अपशिष्टों के अपघटन द्वारा उत्पन्न मेथैन तथा कार्बन डाइऑक्साइड के मिश्रण को जैव गैस कहते हैं। यह प्रक्रम वायु की अनुपस्थिति में एक टैंक में होती है जिसे बायोगैस संयंत्र कहते हैं।
- जब किसी भारी परमाणु का नाभिक हल्के नाभिकों में टूटता है, तो अत्यधिक परिमाण में ऊर्जा मुक्त होती है। इस प्रक्रम को विखंडन कहते हैं।
- संलयन में हल्के (छोटे) नाभिक संलयित होकर भारी (बड़ा) नाभिक बनाते हैं।
- विकास के साथ-साथ ऊर्जा की मांग में वृद्धि हुई है। जिसके कारण प्राकृतिक संसाधनों का अंधाधुंध दोहन हुआ है। इसके परिणाम हमारे पर्यावरण के लिए खराब हैं।
- विभिन्न ऊर्जा स्रोतों का न्याय संगत उपयोग किया जाना चाहिए। अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत समाप्त होते जा रहे हैं। अतः हमें नवीकरणीय ऊर्जा-स्रोतों का अधिकाधिक उपयोग करना चाहिए।
- ऊर्जा की बचत भी ऊर्जा उत्पादन है। हमें ऊर्जा दक्ष युक्तियों का उपयोग करना चाहिए। ऊर्जा का संरक्षण करना चाहिए।
- ईंधन तथा वायु के बीच के संपर्क को भंग करके आग को नियंत्रित किया जा सकता है।

अभ्यास

1. हमें नवीकरणीय ऊर्जा-स्रोतों के उपयोग में वृद्धि क्यों करनी चाहिए?
2. दहन क्या है? तीन दहनशील पदार्थों के नाम लिखिए।
3. आप यह कैसे सिद्ध करेंगे कि दहन के लिए वायु आवश्यक है?
4. पवन ऊर्जा से विद्युत कैसे उत्पन्न होती है?
5. जलविद्युत ऊर्जा-संयंत्र का कार्य सिद्धांत समझाइए।
6. रिक्त स्थानों को भरिए :
   (i) बांध में संचित पानी ———— ऊर्जा का एक स्रोत है।
   (ii) नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत के तीन उदाहरण (1) ———— (2) ———— तथा (3) ———— हैं।
   (iii) ———— में रहने वाले लोगों की तुलना में ———— रहने वाले लोग अधिक ऊर्जा का उपयोग करते हैं।
   (iv) ———— तथा ———— जीवाश्म ईंधन हैं।
   (v) कोयला तथा लकड़ी जलाने से वायु का ———— होता है।
   (vi) घरों में उपयोग होने वाला एक महत्त्वपूर्ण द्रव ईंधन ———— है।
   (vii) किसी ईंधन को जलाने से पहले उसे उसके ———— ताप पर गर्म करना पड़ता है।
7. ऊर्जा स्रोतों की बढ़ती आवश्यकता के कारण संक्षेप में लिखिए।
8. सौर ऊर्जा का बड़े पैमाने पर उपयोग क्यों नहीं किया जाता?
9. स्पष्ट कीजिए कि सूर्य ही ऊर्जा का प्रमुख स्रोत है।
10. कॉलम I तथा कॉलम II में उल्लिखित शब्दों का मिलान कीजिए:-

कॉलम I	कॉलम II
पेट्रोल	ताप बिजली घर
कोयला	जल विद्युत शक्ति केंद्र
बांध में संचित पानी	बस
डीज़ल	भोजन पकाना
पवन	स्कूटर
एल.पी.जी.	पवन चक्की

अध्याय 13

रोग

आप जानते हैं कि स्वास्थ्य अच्छे रहने की वह अवस्था है जो एक उद्देश्यपूर्ण जीवन-यापन करने के लिए आवश्यक है। एक अच्छा स्वास्थ्य न केवल हमें बीमारियों से छुटकारा देता है बल्कि चिंता, सामाजिक तथा मानसिक तनाव से भी दूर रखता है। सुव्यवस्थित शरीर क्रियाओं में किसी भी प्रकार के बदलाव को बीमारी कहते हैं।

कुपोषण से होने वाली बीमारियों (रोगों) के बारे में आपने पढ़ा है। आपने संक्रमण तथा असंक्रमण से होने वाली बीमारियों के बारे में पिछली कक्षा में पढ़ा है। इस अध्याय में आप कुछ अन्य बीमारियों के बारे में पढ़ेंगे जैसे-हैजा, क्षयरोग, जुकाम, छोटी माता, टाइफाइड, दस्त एवम् पेचिस, पोलियो तथा रेबीज़। आप उन जीवों के बारे में भी पढ़ेंगे जिनसे ये बीमारियाँ होती हैं। इन रोगों के लक्षण तथा रोकथाम के उपाय भी दिए गए हैं।

13.1 स्वास्थ्य को प्रभावित करने वाले कारक

दैनिक जीवन में हम पर्यावरण के विभिन्न घटकों के संपर्क में लगातार आते रहते हैं। कुछ प्रतिकूल कारक हमारे शरीर पर बुरा प्रभाव डाल सकते हैं जिससे बीमारियां हो सकती हैं। ये कारक हमारे शरीर के आंतरिक (नैज) या बाहर (बाह्य) हो सकते हैं। आंतरिक या नैज कारकों के अंतर्गत हमारे शरीर का अंग या हिस्सा, हारमोन या शरीर की प्रतिरक्षा, कुसंक्रिय हो सकती है। हारमोन या प्रतिरक्षा की कुसंक्रियता के कारण होने वाली बीमारियों को साधारणतः उपापचय बीमारियाँ कहते हैं। बाह्य कारकों के अंतर्गत संतुलित आहार में कमी, बीमारी के प्रभाव या असर के कारण अंग तथा पर्यावरण का प्रदूषित होना सम्मिलित किए जाते हैं। आंतरिक कारकों से होने वाली बीमारी को मेडिकल उपचार के द्वारा रोका या ठीक किया जा सकता है। जबकि

बाह्य कारणों के द्वारा होने वाली बीमारियों को संतुलित आहार लेकर, वातावरण साफ रखकर तथा अच्छी आदतें डालकर ठीक किया जा सकता है।

शरीर के विकास या वृद्धि के समय भी कुछ विकार या विसंगतियाँ हो सकती हैं। यह बीमारी शरीरक्रियात्मक गड़बड़ी से या जन्मजात हो सकती है। इनमें से कुछ बीमारियां जन्म के बाद भी उपार्जित की जा सकती हैं या विकसित हो सकती हैं। बीमारी या रोग, संक्रमण या शरीर के प्रमुख अंगों की गड़बड़ी, पोषण में कमी, एलर्जी या कुछ अन्य कारणों से हो सकते हैं।

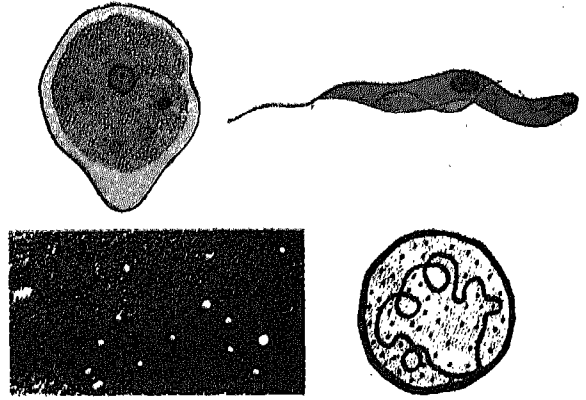
क्रियाकलाप 1

अपने विद्यालय या घर के आसपास का क्षेत्र देखें। पर्यावरण परिस्थिति तथा उनके लाभदायक या हानिकारक कारकों का स्वास्थ्य पर प्रभाव नीचे की सारणी में लिखें:

सारणी 13.1: कुछ कारणात्मक जीव

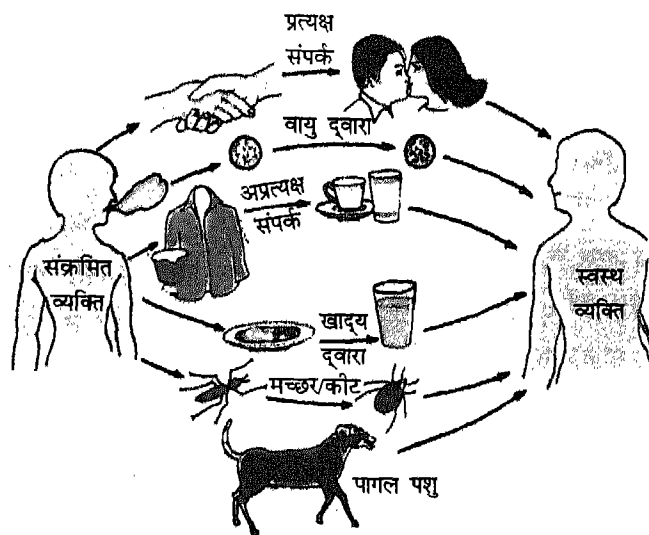
स्थान	*परिस्थिति*	*स्वास्थ्य पर प्रभाव*
घर	खुली नाली	हानिकारक
विद्यालय	बगीचा	लाभदायक
मुहल्ला		
बाजार		

13.2 कारणात्मक जीव

संक्रमण से होने वाली बीमारियाँ वायरस, बैक्टीरिया, प्रोटोजोआ, कवक तथा कृमि से होती हैं। साधारणतः ये एक व्यक्ति से दूसरे में फैलती हैं जिसे संक्रमण से होने वाली बीमारी कहते हैं (चित्र 13.1)।

चित्र 13.1 कुछ कारणात्मक जीव

रोगकारक जीवों, उनके जीवन चक्र तथा संक्रमण के तरीकों को जानने की बहुत ही आवश्यकता है, जिससे उन बीमारियों की प्रभावशाली रोकथाम हो सके। यह बीमारियों के बारे में अध्ययन एवम् उनके इलाज के लिए भी आवश्यक है। हैजा, क्षयरोग तथा टाइफाइड जैसी बीमारियाँ बैक्टीरिया से फैलती हैं। चिकनपॉक्स (छोटी माता), पोलियो, रेबीज़ तथा जुकाम वायरस से होते हैं। दस्त तथा पेचिस, आंत्रिक गड़बड़ियों (शोथ) से तथा प्रोटोजोआ, जीवाणु या वायरस के द्वारा भी हो सकते हैं। कारणात्मक जीवों के आधार पर इनको बैक्टीरियल, वायरल या प्रोटोजोआन वर्गों में रख सकते हैं।

13.3 प्रसारण की विधियाँ

जैसाकि पहले बताया जा चुका है, बीमारियों को संचरणीय तथा असंचरणीय वर्गों में उनके प्रसारण तरीकों के आधार पर रखा जा सकता है (चित्र 13.2)। कारणात्मक जीव को बीमार व्यक्ति

चित्र 13.2 बीमारियों की प्रसारण विधियाँ

से स्वस्थ्य व्यक्ति में जाने के लिए हवा एक महत्त्वपूर्ण माध्यम है, जैसे कि क्षयरोग तथा निमोनिया में। संक्रमित भोजन तथा जल, हैज़ा, टाइफाइड, दस्त जैसे रोगों को फैलाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसलिए, मानव मल के निपटारे के लिए एक उचित तरीका होना चाहिए तथा जल स्रोतों को संक्रमित होने से बचाना बहुत आवश्यक है।

क्रियाकलाप 2

अपने क्षेत्र में होने वाली सामान्य बीमारियों की सूची बनाएं। उनके कारणात्मक जीव, संक्रमण के तरीके तथा उनके रोकथाम के संभावित तरीके सारणी 13.2 में लिखें।

सारणी 13.2

बीमारी का नाम	*कारणात्मक जीव*	*संक्रमण के तरीके*	*रोकथाम*
1. क्षयरोग (टी.बी.)	जीवाणु	हवा, संक्रमित जल, भोजन	वी.सी.जी. टीका तथा रोगी का अलग रहना
2.			
3.			
4.			

इनके उत्तर दीजिए

1. आप स्वास्थ्य शब्द से क्या समझते हैं?
2. "सामान्य स्वास्थ्य की अवस्था न रहने पर बीमारी हो सकती है" इस वक्तव्य की पुष्टि करें।
3. क्षयरोग, छोटी माता तथा दस्त जैसी बीमारियों के कारणात्मक जीवों के नाम बताएं?
4. कारणात्मक जीवों द्वारा होने वाली कुछ सामान्य बीमारियों के नाम लिखें।

13.4 हैजा

हैजा एक अत्यधिक संक्रमणशील बीमारी है। यह जठरांत्र नली को प्रभावित करती है जिसके अंतर्गत पेट तथा आंत्र आते हैं। यह हजारों वर्ष पुरानी बीमारी है। यह अत्यधिक भीड़-भाड़ वाले इलाके में अधिक फैलती है। यह सभी उम्र के लोगों में हो सकती है।

हैजा विब्रियो कोलेरी नामक जीवाणुओं से फैलता है। किसी व्यक्ति के द्वारा संक्रमित जल या भोजन लेने से इसका जीवाणु मनुष्य के भीतर पहुँचकर जनन करने लगता है। जीवाणु शरीर की सामान्य क्रियाओं को बाधित करने लगता है। जीवाणु का शरीर के भीतर प्रवेश करने का समय तथा उसके पश्चात् उत्पन्न लक्षण कुछ घंटों से लेकर या पाँच दिनों में दिखाई पड़ सकते हैं। इस अवधि को ऊष्मायन अवधि कहते हैं।

हैजें के प्रमुख लक्षण हैं— उल्टी होना, अतिपाती दस्त तथा मांसपेशियों में ऐंठन। हैजे से ग्रसित व्यक्ति एक दिन में 30-40 बार पाखाना जा सकता है। मल चावल के पानी जैसा पतला होता है। शरीर से अत्यधिक जल के निकल जाने से शरीर में जल की कमी हो जाती है तथा बुखार भी हो सकता है। फलस्वरूप प्यास तेज, जीभ सूखी तथा आँखें दबी हुई हो जाती हैं। पेशाब की मात्रा भी कम हो जाती है। अगर शरीर में जल की मात्रा में कमी देर तक रही तो इससे मृत्यु भी हो सकती है। जल की कमी को कम करने के लिए जीवन रक्षक घोल (ओ. आर. एस.) रोगी को कुछ अंतराल से देते रहना चाहिए। अगर किसी व्यक्ति में ऊपर लिखे गए लक्षण पाए जाते हैं तो उसे तुरंत ही चिकित्सक से संपर्क करना चाहिए।

आप जानते हैं कि हैजा जीवाणु संक्रमित भोजन और जल से होता है। हैजे की रोकथाम के अंतर्गत संक्रमित भोजन तथा जल पर पूरी तरह नियंत्रण तथा इसका उपभोग न करना है। दूसरे उपायों के अंतर्गत भली-भाँति पके हुए भोजन तथा उबले हुए पानी का उपयोग करना है। मनुष्य के मल निपटारे के लिए समुचित तरीका अपनाया जाना तथा जल स्रोतों को संक्रमित होने से बचाना इत्यादि शामिल हैं।

लोगों को रोगी के संपर्क में आने से रोकना। रोगी के मल तथा कपड़ों, उसके कमरे, दीवार एवम् फर्श को नियमित रूप से असंक्रमित करना आवश्यक है। स्वच्छता अपनाए जाने से भी इस तेजी से फैलने वाली महामारी पर कुछ नियंत्रण पाया जा सकता है।

हैजे से बचने के लिए अब इसका टीका भी उपलब्ध है। हैजा प्रतिरक्षित टीका छः महीने तक प्रभावशाली रहता है।

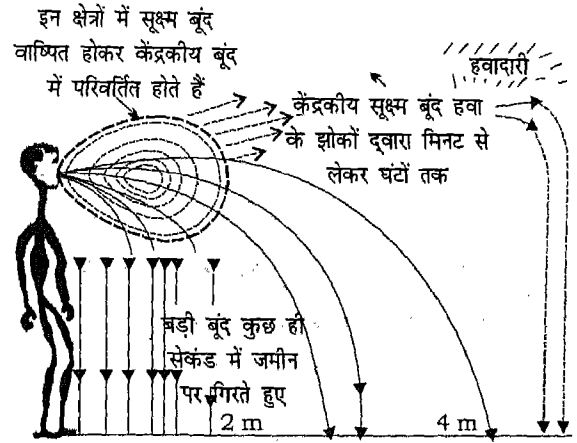
क्रियाकलाप 3

जीवन रक्षक घोल (ओ.आर.एस.) को घर में भी तैयार किया जा सकता है। एक कप पानी एक बर्तन में लें। इसे गर्म करें एवम् 5 मिनट तक उबालें। अब इसे कमरे के ताप तक

ठंडा होने दें। अब इसमें एक चुटकी खाने का नमक (सोडियम क्लोराइड) तथा एक चाय की चम्मच चीनी मिलाएं। इसमें अगर हो तो 1/2 नीबू का रस डालें तथा अच्छी तरह हिलाएं। जीवन रक्षक घोल तैयार है।

13.5 क्षयरोग (टी. बी.)

क्षयरोग को 'टी.बी.' (ट्यूबरकुलोसिस) शब्द से भी जाना जाता है। यह एक संक्रमण से होने वाली बीमारी है। यह मुख्यत: रोगी से हवा, उसके बलगम या थूक से फैलती है(चित्र 13.3)। टी.बी. माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकुलोसिस जीवाणु से फैलती है। यह जीवाणु जीवित शरीर में प्रवेश करते ही एक प्रकार का आविषालु पदार्थ छोड़ना शुरू करते हैं जिसे ट्यूबरकूलीन कहते हैं। जीवाणु शरीर के सभी हिस्सों पर आक्रमण करते हैं तथा उन हिस्सों के उत्तकों को नष्ट कर देते हैं। फेफड़े के आसपास का स्थान टी.बी. संक्रमण के लिए सबसे अनुकूल होता है। कुछ घटनाओं में शरीर का दूसरे अंग जैसे आहार नलिका तथा हड्डियां भी संक्रमित हो जाती हैं। हमारे देश में टी.बी. स्वास्थ्य के लिए सबसे बड़ा खतरा है। सौ में से लगभग एक व्यक्ति इस रोग से ग्रसित है। रोगी व्यक्तियों में से प्रति वर्ष लगभग 5% की मृत्यु हो जाती है।

रोगियों में टी.बी. का लक्षण धीरे-धीरे दिखाई पड़ता है। जीवाणु की ऊष्मायन अवधि कुछ सप्ताह से लेकर कई वर्षों तक का हो सकती है। यह संक्रमण की मात्रा, शरीर में उपस्थित जीवाणु की उग्रता तथा संक्रमित व्यक्ति के शरीर की प्रतिरोधी क्षमता पर निर्भर करती है। संक्रमित व्यक्ति को भूख नहीं लगती है तथा वजन के घटने से

चित्र 13.3 क्षयरोग संक्रमण की विधियाँ

कमजोरी होने की शिकायत रहती है। तीन सप्ताह से अधिक लगातार सर्दी तथा कम ताप का बुखार, टी.बी. के कुछ अग्रिम लक्षण हैं। कभी-कभी थूक में रक्त का निकलना, छाती में दर्द, ज्यादा चलने पर सांस फूलना, टी.बी. के परिपक्व होने के बाद की स्थिति है। टी.बी. से ग्रस्त बच्चों की लसीका पर्व फूल जाती है।

टी.बी. के होने की सही जानकारी का थूक जाँच के सकारात्मक होने, सीने का एक्स-रे तथा ट्यूबरकूलीन जाँच से पता लगता है। आजकल टी. बी. का इलाज दवाई (किमोथिरेपी), भोजन, आराम, शल्यचिकित्सा, पुनर्वास तथा स्वास्थ्य शिक्षा द्वारा किया जाता है। रोगियों द्वारा दवाइयां लेने में किसी भी प्रकार की असावधानियों के नियंत्रण का एक व्यापक तरीका डोट्स (DOTS-Directly Observed Treatment Short-course) है। इस प्रणाली में रोगियों पर कड़ी निगरानी रखी जाती है जिससे रोगी बीच में ही इलाज न छोड़ दें। DOTS यह सुनिश्चित करता है कि प्रत्येक रोगी ने अपनी दवाइयों की अवधि पूरी कर ली है तथा वह पूरी

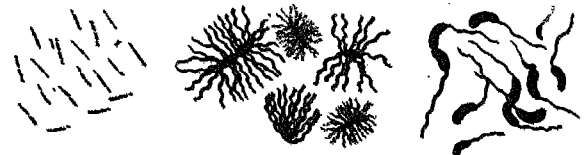
तरह निरोग हो गया है। बी.सी.जी. का प्रतिरक्षित टीका (बैलिसस चालमिटी ग्यूरीन) इस बीमारी से कुछ सुरक्षा प्रदान करता है।

किसी भी टी.बी. रोगी के लिए यह जरूरी है कि वह खाँसते समय अपना मुँह ढक ले। कहीं भी न थूके, छोटे बच्चों से दूर रहे तथा ज्यादा से ज्यादा समय खुली जगहों में बिताए। बीमारी के फैलने पर नियंत्रण पाने में यह उपाय काफी मददगार साबित होते हैं। संशोधित राष्ट्रीय टी.बी. नियंत्रण कार्यक्रम भारत सरकार द्वारा राष्ट्रीय, राज्य तथा जिला स्तर पर लागू किया जा रहा है। नियंत्रण उपाय के अंतर्गत टी.बी. मरीज की जाँच, उसका उपचार तथा बीमारी ठीक होने तक उसकी निगरानी इसमें शामिल है। टी.बी. रोकथाम के लिए सबसे असरदार उपाय है, उचित जानकारी। इस पर खास तौर से बल प्रतिवर्ष 24 मार्च को दिया जाता है जिसे विश्व टी.बी. दिवस के रूप में मनाया जाता है। उक्ति "जानो टी.बी. नहीं टी.बी" इस संदर्भ में काफी प्रचलित हो गयी है।

13.6 टाइफाइड

टाइफाइड आंत्र में सालमोनेला टाइफी जीवाणु के संक्रमण से होता है (चित्र 13.4)। बच्चों में यह बीमारी ज्यादा होती है तथा वर्ष पर्यन्त रहती है। संक्रमित भोजन, जल तथा दूध के उत्पाद, बिना धोई हुई सब्जी तथा फल खाने से यह बीमारी होती है। रोगी द्वारा जहाँ-तहाँ मल-मूत्र त्याग करने से यह बीमारी मृदा, जल, भोजन एवम् मक्खियों से फैलती है। टाइफाइड के जीवाणु की ऊष्मायन अवधि 10 से 20 दिन की हो सकती है जो विभिन्न कारकों पर निर्भर करती है।

कमजोरी तथा 2 से 3 सप्ताह तक तेज बुखार टाइफाइड का प्रमुख लक्षण है। सिर में दर्द, शरीर में दर्द, कब्ज, धीमी स्पंदन दर तथा जीभ के ऊपर मैल की परत का जमना इस बीमारी के अन्य लक्षण हैं। बीमारी की परिपक्व स्थिति में उदर में बेचैनी के साथ-साथ दस्त भी हो सकता है। टाइफाइड रोगी को छोटी आंत्र में अल्सर या रक्तस्राव हो सकता है।

टाइफाइड से बचने के लिए रोगी तथा उसके सामान को बिल्कुल अलग रखना चाहिए, शौचालय की बेहतर सफाई तथा उचित प्रतिरक्षण को अपनाना आवश्यक है। साधारणतः उपयोग में आने वाला "टेब" (टाइफाइड पेरा A तथा B) टीका हमें लगभग तीन वर्षों तक टाइफाइड से सुरक्षित रखता है। रोगी को दवाइयाँ चिकित्सक की निगरानी में देनी चाहिए। रोगी को बुखार होने पर पूरा आराम दें तथा बुखार उतरने पर 10–13 दिन बाद तक हल्का भोजन दें, जिससे आंत्र में घाव होने की संभावना न रहे।

क्षयरोगकारी जीवाणु (माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकुलोसिस) | टायफाइड (सालमैनैला टाइफा) | हैजा (विब्रियो कोलेरी)

चित्र 13.4 कारणात्मक जीवाणु एवम् बीमारियाँ

इनके उत्तर दीजिए

1. हैजे के लक्षण लिखें।
2. टी.बी. जाँच की विधियों के बारे में लिखें।
3. टाइफाइड रोकथाम के तरीकों की व्याख्या करें।

13.7 पोलियो

पोलियो या पोलिमिलाइटिस एक बीमारी है, जिसे प्राचीन काल से जाना जा रहा है। यह अत्यंत ही सूक्ष्म वायरस से फैलता है जिसे पोलियोवायरस कहते हैं। यह शरीर के अंदर भोजन या पानी के द्वारा प्रवेश करता है तथा अंततः लसीका तंत्र एवम् रक्त प्रवाह के माध्यम से केंद्रीय तंत्रिका तंत्र तक पहुँच जाता है। वहाँ, मांसपेशियों की क्रियाओं के लिए जिम्मेदार मेरु रज्जु की कोशिकाओं को नष्ट कर देता है। फलस्वरूप पोलियो से ग्रसित बच्चों की मांसपेशियाँ अपनी क्रियाएं नहीं कर पाती हैं। यह एक तरह का पक्षाघात है। पक्षाघात का प्रभाव अंगों, खासकर पैरों पर, ज्यादा दिखाई पड़ता है।

छः महीने से 3 वर्ष तक के बच्चे पोलियो से आसानी से संक्रमित हो सकते हैं। किसी व्यक्ति के जीवन के शुरुआत में थोड़ा संक्रमण, बड़े होने पर प्रतिरक्षित बन कर विकसित हो जाता है। बच्चों में पोलियो का संक्रमण मुँह के रास्ते, सीधे संपर्क के द्वारा, गंदे हाथों से, संक्रमित खाना या दूध और मक्खियों से होता है।

पोलियो के लक्षण, बीमारी की उग्रता पर निर्भर करते हैं। कम आयु में इसका प्रभाव कुछ दिनों तक रहता है। ज्यादा तेज प्रभाव होने पर बुखार ज्यादा समय तक रह सकता है, इसके साथ सिर दर्द, उल्टी, गर्दन में दर्द तथा अकड़न और कभी-कभी आक्षेप के साथ-साथ पैर का पक्षाघात भी होता है (चित्र 13.5)।

चित्र 13.5 एक पोलियोग्रस्त बच्चा

बच्चों में पोलियो का निदान बुखार के साथ बेचैनी, गर्दन में अकड़न तथा नींद आने के आधार पर किया जाता है। पूरा आराम, प्रभावित पैर को निष्क्रिय कर फिजिओथिरेपी करने से शुरू में आराम मिल सकता है। मरीज को अलग रख कर, स्वच्छ शौचालय तथा प्रतिरक्षित, पोलियो रोकथाम एवम् नियंत्रण के उपाय हैं। आजकल ओरल पोलियो टीका (OPV) सभी बच्चों को राष्ट्रीय प्रतिरक्षित कार्यक्रम के तहत दिया जा रहा है।

13.8 रेबीज़

रेबीज़ या जलांतक़ एक भयावह बीमारी है, जो मनुष्य में पशुओं के काटने खासकर रेबीज़ वायरस से संक्रमित कुत्तों के काटने से होती है। कुछ अन्य पशुओं के काटने से भी रेबीज़ का संक्रमण हो सकता है जैसे बिल्ली, बंदर, लोमड़ी, जैकल, भेड़िया, तथा नेवला। शहरी क्षेत्रों में ज्यादातर रेबीज़ से संक्रमित कुत्तों के काटने से यह बीमारी होती है। रेबीज़ संक्रमण का मुख्य स्रोत लार है, यह कटी हुई त्वचा के संपर्क में आने से भी संक्रमित हो सकता है।

रेबीज़ की ऊष्मायन अवधि 10 दिन से लेकर एक वर्ष तक की हो सकती है। गहरे घाव की हालत में या शरीर के ऊपरी हिस्से में काटे जाने पर ऊष्मायन अवधि कम हो सकती है। पाश्तर (लूइ पाश्तर के नाम पर) टीका पेट में 14 सुई के रूप में लगाकर या मानव द्विगुणित कोशिका टीका 5 सुई के रूप में जाँघ या हाथ में लगाकर रेबीज़ संक्रमण से बचा जा सकता है। रेबीज़ से संक्रमित मरीज बेचैनी, आक्षेपी, कंठरोध से ग्रसित हो जाता है। यहाँ तक कि तरल पदार्थ भी निगलने में असमर्थ हो जाता है अंततः उसकी मृत्यु बहुत दर्दनाक होती है।

रेबीज़ के लक्षणों में शामिल हैं तेज सिर का दर्द, बुखार तथा रुक-रुक कर उत्तेजना एवम् चिंता। गले तथा छाती में माँसपेशियों का सिकुड़ना तथा फैलना भी देखा गया है। कुत्तों में दो प्रकार का रेबीज़ पाया गया है, तीव्र तथा धीमा। तीव्र का लक्षण एक पागल जैसा होता है। इसमें कुत्ता लोगों को बिना छेड़े ही आक्रमण करता है। बिना किसी कारण के दौड़ता रहता है तथा न खाने वाली चीजें जैसे कीचड़ तथा लकड़ी भी खाता है। धीमी रूप वाले रेबीज़ से संक्रमित कुत्ता शांत क्षेत्र चुनता है, दूसरे के आकर्षण से हटे रहना चाहता है, सोता रहता है तथा मर जाता है।

याद रखें, अगर आप किसी कुत्ते, बिल्ली या बंदर से कटे हुए व्यक्ति के संपर्क में आते हैं तो उसे तुरंत आसपास के अस्पताल में जाने की सलाह दें। यह भी याद रखें कभी किसी भी जानवर को न छेड़ें।

13.9 छोटी माता (चिकनपॉक्स)

चिकनपॉक्स एक अत्यंत संक्रमणशील बीमारी है, जो वरसीला जोस्टर नामक वायरस से फैलती है। यह बीमारी ज्यादातर 10 वर्ष से कम उम्र के बच्चों में होती है। यह साधारणतः एक व्यक्ति से दूसरे में सीधे संपर्क, उसके कपड़े या अन्य वस्तुओं में मरीज के उत्सर्ज लगे रहने से फैलती है। इस बीमारी के संक्रमण का सबसे अनुकूल समय दाने निकलने से 2 दिन पहले तथा उसके 14 दिनों बाद तक रहता है। चिकनपॉक्स का पहला आक्रमण शरीर को उस बीमारी से प्रतिरक्षित कर देता है।

चिकनपॉक्स के लक्षण हल्का या मध्यम बुखार, पीठ में दर्द, थरथराहट तथा अस्वस्थता हैं। इस बीमारी की तीव्रता तथा अवधि निकलने वाले दाने के ऊपर निर्भर करती है। तीव्र स्थिति में पूरा शरीर दानों से भर सकता है। दाने पहले गले पर निकलते हैं बाद में ऊपर की तरफ चेहरे पर तथा नीचे की ओर पैरों में फैलते हैं। दाने निकलने के 4 से 7 दिन बाद पपड़ीं बननी शुरू होती है।

चिकनपॉक्स से बचने के उपाय मरीज के संपर्क से बचना है। इस बीमारी से बचने के लिए टीका भी दिया जाता है। शायद आप जानते हैं कि इस बीमारी का प्रभाव धीमा होता है इसमें मृत्यु दर बहुत कम है। कुछ खास तरह से तैयार मल्हम या नारियल का तेल दाने पर लगाने से कुछ आराम मिलता है। मरीज का बिस्तर, कपड़ा साफ रखना चाहिए तथा उसे बच्चों के संपर्क से दूर रखना चाहिए।

इनके उत्तर दीजिए

1. पोलियो की बीमारी से ———— टीका द्वारा बचा जा सकता है।
2. रेबीज़ के लक्षण तथा उसकी रोकथाम के उपायों के बारे में लिखें।
3. चिकनपॉक्स ———— वायरस से होता है
4. चिकनपॉक्स के रोकथाम उपायों की चर्चा करो।

13.10 दस्त एवम् पेचिस

इस बीमारी में व्यक्ति का तरल या अर्धतरल मल निकलता है। यह साधारणतः दिन में 3 बार से ज्यादा होता है। यह एक खास प्रकार के जीवाणुओं द्वारा (आईकोरसिया कोला, सिंगेला), प्रोटोजोआ एवम् विषाणुओं द्वारा फैलता है। विषाक्त भोजन से भी डायरिया हो सकता हैं। जो किसी जीवाणु या रसायन पदार्थों द्वारा हो सकता है। डायरिया (दस्त) के वास्तविक कारणात्मक जीवों की पहचान, खासकर हमारे जैसे ऊष्णकटीबंधीय प्रदेशों में करना कठिन है।

गैस्ट्रोएन्टाइटिस (पेचिस) एक बीमारी है जिसमें कई प्रकार के संक्रमण शामिल हैं। इसमें तीव्र डायरिया के साथ-साथ उल्टी भी होती है। यह सभी उम्र के लोगों को हो सकता है, लेकिन 5 वर्ष से कम उम्र के बच्चे इस बीमारी से ज्यादा प्रभावित हो सकते हैं। यह बीमारी गर्मी या बरसात के मौसम में ज्यादा होती है। गैस्ट्रोएन्टाइटिस से संक्रमण के फैलने का माध्यम विषाक्त भोजन तथा जल है जो खासकर मुँह के रास्ते से होता है। शौचालय का साफ न होना तथा व्यक्तिगत सफाई का अभाव इस बीमारी को फैलने में मदद करता है। गैस्ट्रोएन्टाइटिस का सबसे प्रमुख लक्षण पेट में दर्द, बार-बार पाखाना तथा उल्टी है जिससे शरीर में जल की कमी हो जाती है। गैस्ट्रोएन्टाइटिस बीमारी से बचने के लिए विषाक्त भोजन से बचना, सब्जियों, तथा फलों को खाने से पहले ठीक से धोना तथा हाथ साफ करना शामिल हैं। दूध को पास्तरीकरण करके तथा पानी को उबालने से इस बीमारी के जीवाणु मर जाते हैं। शौचालय का साफ होना इस दिशा में एक महत्त्वपूर्ण उपाय है। जिससे इस बीमारी को फैलने तथा उत्पन्न होने से रोका जा सकता है।

13.11 जुकाम

सामान्य सर्दी-जुकाम संक्रमण से होने वाली बीमारी है। आप में लगभग सभी कभी न कभी इस से संक्रमित अवश्य हुए होंगे। बहुत सारे वायरस (राइनोवायरस) इसके लिए जिम्मेदार होते हैं। श्वास नली की ऊपरी श्लेष्मा झिल्ली, खासकर नाक तथा गले की, वायरस से संक्रमित हो जाती हैं

जुकाम के लक्षण के अंतर्गत आँखों तथा नाक से तरल पदार्थ का निकलना तथा शरीर के संक्रमित स्थान पर जलन होती है। जुकाम का उपचार शरीर में जल की कमी से बचना है। एनालजेसिक या एंटीबायोटिक का उपयोग कर शरीर में दर्द एवम् बुखार के प्रभाव को कम किया जा सकता है। फूली हुई श्लेष्मा झिल्ली को सिकुड़ने के लिए विसंकुलकों (डिकंजस्टेंट) का उपयोग किया जाता है। कुछ लोग मानते हैं कि विटामिन, खासकर विटामिन C, खाने से जुकाम के प्रभाव को कुछ हद तक कम करने में मदद मिलती है।

13.12 टीकाकरण (वेक्सीनेशन)

वेक्सीनेशन शब्द लैटिन शब्द 'वोका' से लिया गया है जिसका मतलब है गाय। एडवर्ड जैनर (1795)

ने यह पाया कि ग्वाले या ग्वालिन चेचक से बहुत कम संक्रमित होते हैं। उन्होंने यह भी पाया कि वे लोग चेचक के प्रति प्रतिरक्षित विकसित कर लेते हैं। क्योंकि वे कावपॉक्स से संक्रमित गायों के पास रहते हैं। इस अवलोकन के आधार पर उन्होंने एक टीका विकसित किया जो चेचक के प्रति प्रतिरक्षी होता है।

टीकाकरण एक प्रक्रिया है जिसमें पदार्थ (टीका) का संरोपण (सुई द्वारा) एक स्वस्थ्य व्यक्ति में किया जाता है। जिससे उसके शरीर में उस बीमारी के प्रति प्रतिरक्षी पैदा हो जाए। प्रतिरक्षण शरीर की वह क्षमता है जिससे प्रतिरक्षी वाहक द्वारा बाह्य बीमारी को पहचानने, समाप्त करने तथा उसे पूरी तरह से उखाड़ फेंकने में सहायता मिलती है। टीकाकरण से उस व्यक्ति को उस बीमारी के प्रति प्रतिरक्षण हासिल करने में मदद मिलती है। टीका एक घोल है जिसमें बीमारी के जीवाणु तनुकृत या कमजोर रूप में रहते हैं। इसमें जीवाणु जीवित या मृत स्थिति में हो सकते हैं।

चेचक, रेबीज, पोलियो, डिप्थीरिया, छोटी माता तथा हैपेटाइटिस जैसी बीमारियों से सुरक्षा के लिए टीकाकरण किया जाता है। वृहत् टीकाकरण कार्यक्रम द्वारा विश्व के सभी क्षेत्रों से चेचक का निवारण हो गया है।

एक व्यक्ति उस बीमारी के प्रति प्रतिरक्षित हो जाता है अगर एक खास पदार्थ जिसे प्रतिरक्षी के नाम से जाना जाता है शरीर में उपस्थित हो। यह प्रतिरक्षीकरण या पहले उस बीमारी से संक्रमण

सारणी 13.3: मात्रा तथा टीकाकरण विधि

टीका	*मात्रा*	*टीकाकरण विधि*	*लगाने का स्थल*
डीपीटी डीटी टीटी	0.5 mL	माँसपेशी के भीतर	श्रोणी (नितंब), हाथ या जाँघ
बी.सी.जी.	0.1 mL (नवजात शिशु) 0.5 mL (चार सप्ताह से कम)	चमड़े के भीतर	बायाँ हाथ का उपरी भाग
पोलियो	0.5 mL	मुँह द्वारा	मुँह
टाइफाइड	0.5 mL (5 से 6 वर्ष)	माँसपेशी के भीतर	हाथ या जाँघ
चिकनपॉक्स	0.5 mL	अवत्वचीय	बाएँ हाथ का ऊपरी भाग
चेचक	0.002 mL	त्वचा के भीतर (अनेक पंक्चर द्वारा)	हाथ का निचला भाग

होने का नतीजा है। जब एक प्रतिजन (एन्टीजन) किसी व्यक्ति को पहली बार दिया जाता है तो उसे "प्राथमिक अनुक्रिया" कहते हैं। जब वही प्रतिजन उस व्यक्ति में फिर से दिया जाता है जिसके संपर्क में वो पहले से है तो इसे "द्वितीय अनुक्रिया" या बूस्टर मात्रा कहते हैं। प्राथमिक अनुक्रिया में प्रतिजनों की वृद्धि करने की गुप्त अवधि 3-10 दिन तक होती है, इसके पश्चात् अगले दो-तीन दिन तक उनकी वृद्धि तेजी से होती है तथा फिर उसी तीव्रता से घटती जाती है।

द्वितीय अनुक्रिया में, गुप्त अवधि अल्प होती है। प्रतिरक्षी का उच्चस्तर जल्दी ही पहुँच जाता है तथा लंबे समय तक रहता है। इस स्थिति में प्रतिरक्षी अधिक क्षमता के साथ प्रतिजन को बाँध सकता है। अत: टीकाकरण के बाद द्वितीय अनुक्रिया उस बीमारी से अच्छी सुरक्षा देती है। इस बात को ध्यान में रखते हुए पोलियो तथा डी.पी.टी. के मामलों में एक बार से ज्यादा टीकाकरण किया जाता है।

टीकों को कम ताप पर संरक्षित रखना चाहिए क्योंकि वे उच्च ताप पर नष्ट हो जाते हैं। उनका संरक्षण समय सीमित होता है तथा उसकी क्षमता नष्ट होने लगती है जिसे बाद में हासिल नहीं किया जा सकता है। अब आप जान गए कि टीके से बीमारी से बचाव कैसे होता है। वे शरीर को प्रतिरक्षी पैदा करने के लिए प्रेरित करते हैं, जिससे शरीर में उस बीमारी के प्रति प्रतिरक्षित पैदा हो जाए जिसके लिए टीकाकरण किया गया है।

हमारे देश में साधारणत: उपयोग होने वाले टीके डी.पी.टी. (डिप्थेरिया, परटूसिस (काली खांसी) तथा टीटेनस), पोलियो, बी.सी.जी., टाइफाइड तथा चिकनपॉक्स के लिए हैं। भारत सरकार टीकाकरण के बृहत कार्यक्रम में टीकों द्वारा ठीक होने वाली सभी बीमारियाँ सम्मिलित की गई हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. टाइफाइड, क्षयरोग तथा चेचक के कारणात्मक जीवों की सूची बनाएं।
2. जुकाम से बचना कठिन है, इस पर अपने विचार दें।
3. टीकाकरण क्या है?
4. विभिन्न प्रकार के टीकों की व्याख्या करें।

प्रमुख शब्द

स्वास्थ्य, बीमारी, पोषण की कमी, हैजा, क्षयरोग, टाइफाइड, दस्त, छोटीमाता, जुकाम, पोलियो, रेबीज, कारणात्मक जीवाणु, आंत्र शोथ, गैस्ट्रोएन्टाइटिस लक्षण, ऊष्मायन अवधि, निर्जलीकरण, प्रतिरक्षित, प्रतिजन, प्रतिरक्षी, जीवन रक्षक घोल, प्रतिरक्षण, टीका, टीकाकरण।

सारांश

- स्वास्थ्य स्वस्थ्य रहने की वह अवस्था है जिसमें कोई व्यक्ति चिंता, सामाजिक एवम् मानसिक तनाव से पूरी तरह स्वतंत्र हो।
- हैजा, क्षयरोग तथा टाइफाइड जैसी बीमारियाँ जीवाणुओं जबकि छोटी माता, पोलियो तथा जुकाम विषाणुओं से होने वाली बीमारियों हैं।

- हैजा के लक्षणों में शामिल हैं, उल्टी, अत्यधिक दस्त तथा मांसपेशियों में तनाव।
- क्षयरोग अत्यधिक संक्रमण वाली बीमारी है जो रोगी के बलगम या थूक से फैलती है।
- क्षयरोग की सही जाँच सीने के एक्स-रे तथा थूक की जाँच से हो सकती है।
- टाइफाइड सालमोनेला टाइफी जीवाणु द्वारा होता है।
- पोलियो प्राचीन काल से जाना जाता रहा है। अगर इसे नियंत्रित नहीं किया गया तो पक्षाघात हो सकता है।
- रेबीज एक घातक बीमारी है जो कि संक्रमित कुत्ते, बंदर, बिल्ली के काटने से मनुष्यों में फैलता है।
- छोटी माता अत्यंत संक्रमण वाली बीमारी है जो विषाणुओं से फैलती है, खासकर बच्चों में।
- दस्तों में तरल या अर्धतरल पाखाना होता है जो जीवाणुओं, प्रोटोजोआ तथा विषाणुओं से फैलता है।
- जुकाम एक संक्रमण बीमारी है जो वायरस से फैलती है।
- टीकाकरण एक प्रक्रिया है जिसमें पदार्थ (टीका) को एक स्वस्थ व्यक्ति के शरीर में डाला जाता है जिससे उस बीमारी के प्रति प्रतिरक्षी पैदा हो सके।
- टीका को समय अनुसार तथा अपेक्षित मात्रा में देना चाहिए।

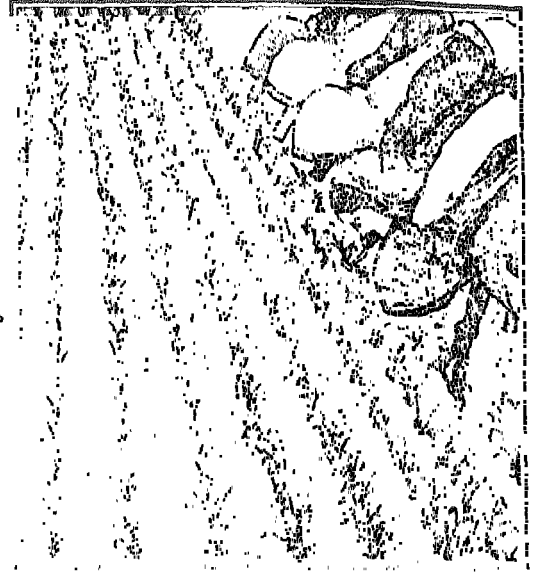
अभ्यास

1. अच्छे स्वास्थ्य से आप क्या समझते हैं?
2. कॉलम I तथा कॉलम II में दिए गए शब्दों में परस्पर संबंध स्थापित करें।

कालम I	**कालम II**
क्षय रोग	विब्रियो कोलेरी
हैजा	सालमोनेला टाइफी
छोटी माता	माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकूलोसिस
टाइफाइड	बैरिसिला जोस्टर
	राइनोवाइरस

3. हैजा के लक्षण, हमारे देश में इसके फैलने के तरीके तथा इसे रोकने के उपायों पर एक लेख लिखें।

4. 'क्षयरोग एक अति संक्रमणीय' रोग है। इस बात की पुष्टि करें।
5. विभिन्न उपायों के नाम बताओ जिससे क्षयरोग नियंत्रित किया जा सकता है।
6. टाइफाइड के लक्षण तथा उसके रोकथाम के उपायों पर एक टिप्पणी लिखें।
7. पोलियो एक बीमारी है जिसके बारे में प्राचीन काल से ज्ञात है। इसके नियंत्रण के उपाय लिखें।
8. रेबीज बीमारी के लक्षण पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखें।
9. छोटी माता अत्यधिक संक्रमणीय बीमारी है। इसे नियंत्रित करने के उपायों की व्याख्या करें।
10. दस्त एवम् पेचिस के लक्षण तथा कारणात्मक जीवों की व्याख्या करें।
11. टीका क्या है? टीकाकरण की महत्ता की व्याख्या कीजिए?
12. हमारे देश में साधारणतः उपयोग होने वाले टीकों का नाम बताएं। उनको लगाने के तरीकों का वर्णन करें।

अध्याय 14

आप जानते हैं कि सभी जीवों को भोजन की आवश्यकता होती है जो उन्हें ऊर्जा प्रदान करता है। आप हरे पौधों के विषय में पढ़ चुके हैं, जो प्रकाश संश्लेषण द्‌वारा भोजन संश्लेषित करते हैं। सजीव इस खाद्‌य-ऊर्जा का उपयोग अपने विभिन्न जैव प्रक्रमों जैसे कि भोजन का पाचन, श्वसन, उत्सर्जन में करते हैं। अन्य जंतुओं की तरह हम भी अन्य स्रोतों से अपना भोजन प्राप्त करते हैं।

आप अपने परिवार के सदस्यों की खाद्‌य आवश्यकताओं की पूर्ति सुगमता से कर सकते हैं। यदि आपको अपने मोहल्ले, प्रदेश अथवा पूरे देश को भोजन प्रदान करना हो तो आप क्या करेंगे? हमें बड़े स्तर पर पर्याप्त मात्रा में खाद्‌य उत्पादन करना होगा। इसके लिए योजनाबद्‌ध ढंग एवम् कुशलता के साथ खाद्‌य उत्पादन पद्‌धतियों एवम् उनके वितरण के उचित प्रबंधन की आवश्यकता होगी। प्रत्येक देश को अपनी जनता की खाद्‌य आवश्यकताओं की आपूर्ति हेतु आत्मनिर्भर होना चाहिए।

इस अध्याय में हम पौधे एवम् पशुओं से खाद्‌य प्राप्त करने की विभिन्न पद्‌धतियों का अध्ययन करेंगे।

14.1 कृषि पद्‌धतियाँ

सभ्यता के प्रारंभ में मनुष्य घुमक्कड़ शिकारी था एवम् वनों से अपना भोजन प्राप्त करता था। वह फल, पत्तियों, कंद तथा मूल जैसे पादप भागों का उपयोग करता था। जंतुओं का शिकार कर उन्हें खाया जाता था। कालांतर में लोग जल-स्रोतों के समीप रहने लगे। उन्होंने भोजन के लिए उपयोगी पौधों को उगाना प्रारंभ किया। शनैः-शनैः इसका विस्तार होता गया और अधिक व्यवस्थित हो गया।

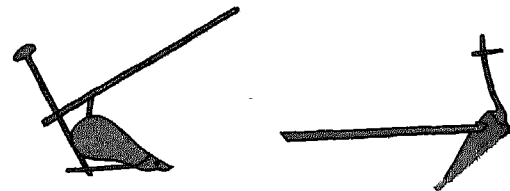
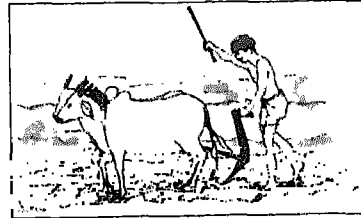
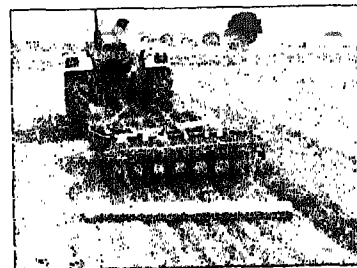
जब किसी स्थान पर विशेष प्रकार के पौधे उगाए जाते हैं तो इसे पौधों की खेती अथवा **कृषि** कहते हैं। एक स्थान पर उगाए जाने वाले एक ही प्रकार के उपयोगी पौधे **फसल** (गेहूँ, धान) कहलाते हैं। आप जानते ही हैं कि फसलों के विभिन्न प्रकार हैं, जैसे कि धान्य (गेहूँ, धान, मक्का), सब्जियाँ (आलू, टमाटर) तथा फल (आम, संतरा)। इन्हें भूमि अथवा जल में उगाया जाता है। धीरे-धीरे फसल उत्पादन एक संगठित क्षेत्र बन गया। हमें फसल से जो उपज प्राप्त होती है उसे **उत्पाद**

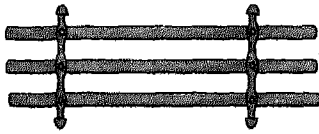
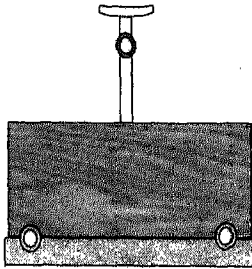
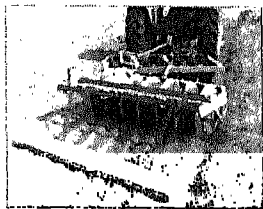
कहते हैं। क्या आप फल, सब्जियों एवम् रेशेदार फसलों में प्रत्येक प्रकार की दो फसलों के नाम लिख सकते हैं?

चाय एवम् कॉफी भी फसल हैं। कोई फसल एक ऋतु में भलीभाँति उग सकती है परंतु हो सकता है कि दूसरी ऋतु में न उगे। शीतकाल में उगने वाली फसलें संभव है कि ग्रीष्म में न उगें। ऋतु के आधार पर फसलों को खरीफ तथा रबी की फसलों में बाँटा गया है। खरीफ ऋतु दक्षिण-पश्चिमी मानसून पर निर्भर करती है। जून से अक्टूबर तक उगाई जाने वाली फसलें **खरीफ़ फसल** कहलाती हैं। जबकि नवंबर से अप्रैल के मध्य की ऋतु मानसून पर निर्भर नहीं होती है। इस मौसम में उगाई जाने वाली फसल **रबी फसलें** (गेहूँ, दलहन) कहलाती हैं।

फसल उत्पादन में कृषक अनेकों तौर-तरीके अपनाते हैं। आप देखेंगे कि आपका माली अथवा आप भी बागवानी में इन तरीकों को अपनाते हैं। यह गतिविधियाँ एवम् कार्य **कृषि पद्धतियाँ** कहलाती हैं। फसल उत्पादन के दौरान यह पद्धतियाँ एक निश्चित चरणबद्ध क्रम में अपनाई जाती हैं। यह फसल बोने की तैयारी से उसके पकने तक के समय तक चलती हैं। उत्पाद की कटाई कर उसका भंडारण किया जाता है। यह जानने के लिए कि बड़े स्तर पर खाद्य उत्पादन किस प्रकार किया जाता है, हम इन कृषि पद्धतियों का अध्ययन करेंगे।

मिट्टी तैयार करना

आप जानते हैं कि पौधे मिट्टी में उगते हैं तथा इससे जल एवम् खनिज प्राप्त करते हैं। आप पढ़ चुके हैं कि मृदा अथवा मिट्टी विभिन्न आमाप के छोटे-छोटे कणों की बनी होती है। वे विभिन्न क्षेत्रों अथवा क्षैतिज स्तरों में फैले होते हैं। मिट्टी में खनिज, जल, वायु तथा कुछ सजीव होते हैं। यह बीजों के अंकुरण तथा फसलों की वृद्धि के लिए माध्यम का कार्य करती है। भूमि के ऊपरी स्तर की कुछ सेंटीमीटर गहरी मिट्टी ही पौधों की वृद्धि में सहायक होती है। मिट्टी में मृत पौधों तथा जंतुओं के शरीर अथवा उनके अंश भी पाए जाते हैं, जो मृदा में उपस्थित जीवों द्वारा अपघटित होते रहते हैं। इस प्रक्रम द्वारा मृतजीवों में निहित पोषक विसरित हो जाते हैं। यह पौधों द्वारा पुनः अवशोषित हो जाते हैं। फसल बोने के लिए पहला चरण है खेत की मिट्टी को तैयार करना। इसके लिए विभिन्न प्रकार के हलों (लकड़ी अथवा लोहे के हल, बैलों अथवा ट्रैक्टर द्वारा संचालित) द्वारा मिट्टी की जुताई की जाती है (चित्र 14.1)। जुताई से मिट्टी को पोला बनाया

चित्र 14.1 हलों तथा जुताई के विभिन्न प्रकार

जाता है जिससे वायु संचरण में वृद्धि होती है। इससे नमी बनाए रखने में भी सहायता मिलती है। जुताई से खेत में उगे हुए अवांछित पौधे भी उखड़ जाते हैं। जुताई द्वारा मिट्टी के उलटने-पलटने से उसकी जल-धारण क्षमता में भी वृद्धि होती है। जुताई से खेत में मिट्टी के बड़े-बड़े ढेले बन जाते हैं। सिंचाई के लिए इन ढेलों को तोड़ना तथा भूमि को समतल करना आवश्यक है। यह कार्य खेत में लकड़ी का पटरा (पाटल) चला कर किया जाता है। (चित्र 14.2)। हल के लोहे के भाग को प्रायः जंग लग जाती है जिसे घिसकर धारदार बनाना आवश्यक है। जंग से बचाने के लिए हल को किसी शुष्क स्थान पर रखना चाहिए।

चित्र 14.2 लकड़ी का पटेला तथा पटरा

क्रियाकलाप 1

एक पात्र में थोड़ी सी मिट्टी लीजिए। इसमें इतना जल डालिए कि यह संतृप्त हो जाए। यदि आप इसे इसी प्रकार छोड़ देंगे तो कुछ समय बाद मिट्टी सूख जाएगी। यदि आप इस मिट्टी को सावधानीपूर्वक खोदेंगे तो आपको मिट्टी के ढेले बने दिखाई देंगे। इन ढेलों को तोड़ कर पानी डालिए। आप देखेंगे कि मिट्टी से वायु के बुलबुले निकलने लगते हैं। जल मिट्टी से वायु को बाहर निकाल देता है।

कभी-कभी जुताई से पहले अक्सर खेतों में खाद दी जाती है। इससे खाद मिट्टी में भली-भांति मिल जाती है। सर्वप्रथम खाद को खेतों में लाया जाता है तथा खेतों में फैला दिया जाता है। खाद को खेतों में लंबी अवधि तक नहीं छोड़ना चाहिए क्योंकि इससे पोषकों का अपघटन होने लगता है।

बुआई

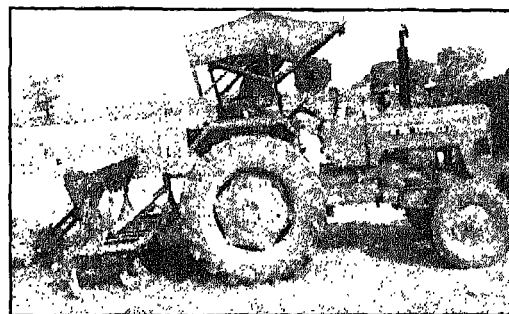
गेहूँ, मक्का तथा बाजरा जैसी अनेक फसलें बीजों की बुआई द्वारा उगाई जाती हैं। परंतु आलू तथा गन्ना जैसी कुछ फसलें कायिक भागों द्वारा उगाई जाती हैं। मिट्टी में बीज डालने की क्रिया को **बुआई** कहते हैं। बुआई करने से पूर्व स्वस्थ एवम् अच्छे बीजों का चयन किया जाता है। निम्न क्रिया द्वारा बीजों की चयन प्रणाली को सरलता से प्रदर्शित कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 2

गेहूँ के 100 ग्राम बीज लीजिए। इन्हें जल से भरे हुए किसी बीकर (कटोरे) में डालिए। सुनिश्चित करें कि जल पर्याप्त मात्रा में हो ताकि बीज तैर सकें। इसे भली-भांति हिला कर कुछ समय के लिए छोड़ दीजिए। कुछ बीज तली में बैठ जाएंगे। कुछ जल में तैरते नजर आएंगे। तैरने वाले बीज हल्के हैं तथा खराब हो सकते हैं अथवा पीड़कों द्वारा खाए गए हो सकते हैं। कुछ बीज खोखले हो सकते हैं। तलहटी में बैठे हुए बीज स्वस्थ हैं जिन्हें बुआई के लिए लिया जा सकता है।

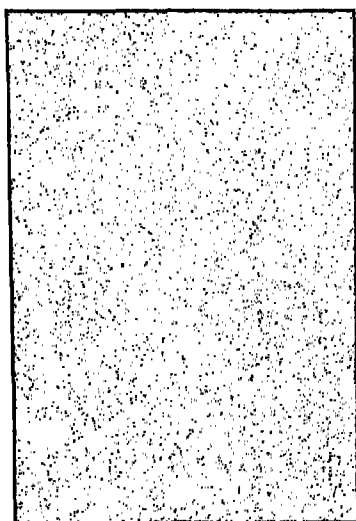
बुआई करते समय बीज की गहराई का ध्यान रखना अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। यह फसल की किस्म पर निर्भर करता है। संभव है कि अधिक गहराई में बोए गए बीज नमी तथा वायु की कमी के कारण अंकुरित ही न हों।

बीजों की बुआई की विभिन्न पद्धतियाँ हैं। इन्हें हाथों द्वारा छितरा कर (बाजरा, मक्का, बरसीम) बोया जा सकता है। इस प्रक्रम को प्रसारण कहते हैं। बुआई के लिए बीज वेधक का उपयोग भी किया जाता है। बीज वेधक बीजों को मिट्टी में एक निश्चित गहराई में बोने में सहायक होते हैं। इससे पक्षियों द्वारा बीजों की क्षति होने की संभावना नहीं रहती। किसी सरल बीज वेधक में एक लंबी नली होती है जिसके ऊपरी सिरे पर कीप लगी होती है। इसे हल के पीछे बाँध देते हैं [चित्र 14.3 (a)]। बीजों को कीप में डाला जाता है, नली से होते हुए बीज खेत में बने हुए

बुआई

बीज बेधक

चित्र 14.3 (a) सरल बीज वेधक
(b) संयुक्त बीज वेधक

गढ्ढों में चले जाते हैं। बीज वेधक द्वारा बोए गए बीज एक पंक्ति में होते हैं। कुछ बीज वेधकों में 5-6 नलियों के लिए एक ही कीप होती है [चित्र 14.3 (b)]। कीप में रखे हुए बीज नलियों द्वारा 5-6 कतारों (पंक्तियों) में वितरित हो जाते हैं। इसे ट्रेक्टर की सहायता से भी चलाया जा सकता है। क्योंकि बीज वेधक लोहे के बने होते हैं। अतः इन्हें जंग लगने से बचाना आवश्यक है।

धान की बुआई इस प्रकार नहीं की जाती। बीजों को किसी छोटे से भूभाग (प्लाट) में बोया जाता है। इसे **पौधघर** कहते हैं। जब छोटे-छोटे

चित्र 14.4 *धान की खेती के लिए पौधघर एवम् प्रतिरोपण*

पौध (नवोद्भिद्) तैयार हो जाते हैं, तब स्वस्थ पौधों को छाँट कर खेत में रोप देते हैं। इससे केवल स्वस्थ पौधों के रोपण में सहायता मिलती है। संभवत: आपने देखा हो कि धान की रोपाई (प्रतिरोपण) उन खेतों में की जाती है जिनमें पानी खड़ा हो (चित्र 14.4)। धान की फसल को खेत में खड़े अधिक पानी की आवश्यकता होती है। इसलिए इन खेतों में जल आपूर्ति नियमित रूप से की जानी चाहिए।

क्रियाकलाप 3

तीन पात्र A, B तथा C लीजिए। प्रत्येक में मिट्टी डालिए। प्रत्येक पात्र में 10-10 बीज क्रमश: 5 cm, 10 cm एवम् 15 cm की गहराई पर बो दीजिए (चित्र 14.5)। मिट्टी में कुछ दिनों तक जल दें। प्रत्येक पात्र में अंकुरित बीजों की संख्या नोट करें। क्या आप बता सकते हैं कि किस पात्र में सर्वाधिक अंकुरण हुआ है? आप बुआई की गहराई के साथ इसका संबंध स्थापित कर सकते हैं।

आप में से कुछ ने देखा होगा कि किसान बुआई के समय बीजों के बीच उचित दूरी का भी ध्यान रखते हैं। बीज वेधक द्वारा यह स्वत: ही नियंत्रित होता रहता है। उचित दूरी रखने से पौधों की सघनता नहीं बढ़ पाती। पौधों को पर्याप्त सूर्य का प्रकाश, मिट्टी से पर्याप्त मात्रा में जल एवम् खनिज प्राप्त होते रहते हैं तथा पैदावार अच्छी होती है। कभी-कभी फसल सघन होने के कारण कुछ पौधों को हटाना पड़ता है। उचित बिजाई से भूमि व्यर्थ होने से बच जाती है।

फसलों की सिंचाई

आप जानते ही हैं कि अन्य सजीवों की तरह ही फसल के पौधों को भी जल की आवश्यकता होती

है। वे मिट्टी से इसका अवशोषण करते हैं। फसलों को निश्चित अंतराल पर जल आपूर्ति की आवश्यकता होती है। इसे **सिंचाई** कहते हैं। खेतों को विभिन्न स्रोतों जैसे कि नहर, नदियों, कुओं तथा वर्षा से जल प्राप्त होता है। आप अपने बगीचे के पौधों अथवा गमलों से क्या करते हैं? उन्हें नियमित रूप से जल की आपूर्ति की जाती है। आपने देखा होगा कि ग्रीष्म ऋतु में पौधे एवम् मिट्टी की सतह से निरंतर वाष्पन के कारण पौधों को अधिक बार जल दिया जाता है। सिंचाई की आवृत्ति फसलों के प्रकार एवम् मिट्टी के स्वभाव के अनुसार बदलती रहती है। मौसम भी फसलों की जल आवश्यकता को प्रभावित करता है। आप जानते हैं कि धान के खेतों में लगभग सारे समय ही पानी खड़ा रखना पड़ता है। गेहूँ की फसल की सिंचाई वृद्धि के विभिन्न स्तरों के अनुसार निश्चित अंतराल पर की जाती है।

वास्तव में उत्तरी भारत के अनेक क्षेत्रों में धान की निरंतर एवम् अत्यधिक खेती से भूमिगत जल स्तर में कमी आई है। इस क्षेत्र के किसानों को दलहन जैसी विकल्पी फसलें बोने की सलाह दी जाती है। इन फसलों को जल की कम मात्रा की आवश्यकता होती है।

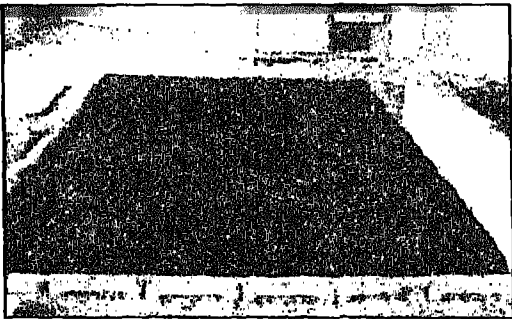
क्या होगा यदि फसलों को अनावश्यक अथवा अनियमित जल-आपूर्ति (सिंचाई) की जाए? दोनों ही अवस्थाओं में फसल नष्ट हो जाएगी। जल की अत्यधिक आपूर्ति से मिट्टी में वायु की कमी हो जाती है तथा पौधों की जड़ों को क्षति पहुँच सकती है। इससे जलाक्रांत (जल-भराव) की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। आपने देखा होगा कि खेतों में खड़े बाढ़ के पानी से फसलें नष्ट हो जाती हैं। फसल को क्षति से बचाने के लिए खेतों से अतिरिक्त जल का निकास आवश्यक है। कभी-कभी असामयिक वर्षा तथा ओला वृष्टि से भी फसल को क्षति पहुँचती है। गेहूँ अथवा अन्य दूसरी फसलों के पकने के समय ओला वृष्टि, तेज हवा के साथ जल वृष्टि से फसल को बहुत अधिक क्षति पहुँचती है। इसे फसल-पतन कहते हैं।

बुआई से पूर्व खेतों की सिंचाई की जाती है। इससे **जुताई** आसान हो जाती है। इस सिंचाई से अवांछित पौधों के बीज अंकुरित हो जाते हैं तथा जुताई के समय नष्ट हो जाते हैं। खेतों की सिंचाई मिट्टी की किस्म पर भी निर्भर करती है। बलुई मिट्टी में अधिक जल की आवश्यकता होती है क्योंकि जल का अंत: स्रवण तीव्रता से होता है तथा जड़ें पर्याप्त जल अवशोषित नहीं कर पातीं। चिकनी अथवा काली मिट्टी की जल-धारण क्षमता अपेक्षाकृत अधिक होती है। अत: इन खेतों के जलाक्रांत होने की संभावना अधिक होती है। मिट्टी की किस्म एवम् फसल की जल आवश्यकता का निर्धारण कर फसल को उगाया जाता है।

खाद देना

मिट्टी फसलों को खनिज पोषक प्रदान करती है। यह पोषक फसल की वृद्धि के लिए आवश्यक हैं। कुछ क्षेत्रों में किसान एक खेत में एक के बाद एक अनेक फसलें उगाते हैं। इस कारण खेत कभी भी परती (पलिहर) नहीं रहते। भूमि को परती छोड़ने का अर्थ है खेत पर कोई फसल न उगाना अर्थात् भूमि को खाली छोड़ देना। क्योंकि फसलें खनिज पोषक मिट्टी से ही प्राप्त करती हैं अत: किसी खेत से अनेकों उपज लेने से मिट्टी में विशेष पोषकों की कमी हो जाती है। ऐसा ही आपके गमले

अथवा बगीचे के लॉन की मिट्टी के साथ होता है। मिट्टी में पोषकों की पुनः पूर्ति के लिए किसान खेतों में खाद देता है। इससे फसल को लाभ होता है। इस प्रक्रम को **खाद देना** कहते हैं। पौधे तथा जन्तु अपशिष्ट जैसे कि गोबर, बेकार शाक-सब्जियाँ पौधे, पत्तियाँ तथा अन्य जैव-अवशेष से प्राप्त कार्बनिक पदार्थ, खाद कहलाते हैं। किसान इन अपशिष्ट पदार्थों को खुले में एकत्र करते हैं तथा उन्हें अपघटन के लिए छोड़ देते हैं। जीवाणु एवम् कवक अपघटन का कार्य करते हैं। अपघटित पदार्थों का उपयोग खाद के रूप में किया जाता है। क्योंकि यह पदार्थ जीवों से प्राप्त होते हैं, अतः इस प्रकार

एक गड्ढा खोद कर उसमें पादप एवम् जंतु अपशिष्ट जैसा कि गोबर, सब्जियों के छिलके तथा अन्य जैव अपशिष्ट डाल कर इसको मिट्टी से ढक देते हैं। अपघटन के लिए इसमें कुछ मात्रा में पानी डाला जाता है। इसे तीन चार महीनों के लिए सड़ने दिया जाता है। इस प्रकार खाद बन जाती है जिसे ***कंपोस्ट*** *खाद कहते हैं। आजकल कंपोस्ट बनाने के लिए जैव अपशिष्ट के तीव्र अपघटन हेतु केंचुओं के उपयोग का प्रचलन है। इनकी कुछ विशिष्ट स्पीशीज कृमि आधारित कंपोस्टिंग के लिए उपयोगी है। इन्हें कुछ एजेंसियों से प्राप्त किया जा सकता है।*

कृमि आधारित कंपोस्टिंग

मिट्टी के माध्यम से पोषकों का पुनः चक्रण होता है। किसान इस खाद का उपयोग परंपरागत रूप से करता आ रहा है। यह रासायनिक उर्वरक से अच्छी मानी जाती है। खाद का उपयोग कर उगाई हुई फसलें—विशेष रूप से फल एवम् सब्जियों को रासायनिक उर्वरक द्वारा उगाई गई फसलों की अपेक्षा अधिक सुरक्षित माना जाता है। इसीलिए आजकल पुनः कार्बनिक खेती पर बल दिया जा रहा है।

खाद के विपरीत उर्वरक ऐसे पदार्थ हैं जिनमें अकार्बनिक पोषक प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं (अमोनियम सल्फेट, सुपर फॉस्फेट, पोटैशियम क्लोराइड एवम् पोटैशियम सल्फेट)। यह मिट्टी को विशिष्ट पोषक नाइट्रोजन तथा पोटैशियम प्रदान करते हैं। एक ही खेत से हर ऋतु में एक ही फसल उगाने से मिट्टी में विशिष्ट पोषकों की कमी आ जाती है। उपज के उच्च स्तर को बनाए रखने के लिए मिट्टी में इन पोषकों का पुनः पूरक आवश्यक है। यह आपूर्ति उर्वरकों द्वारा की जाती है। खाद्य उत्पादन बढ़ाने के लिए पिछले चार दशकों में हमने मिट्टी का अतिशय उपयोग किया है जिससे उसमें पोषकों का अभाव हो गया है। मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने के लिए रासायनिक उर्वरकों का बहुत अधिक उपयोग किया गया। यह उर्वरक जड़ों द्वारा अवशोषित होकर आहार श्रृंखला में भी प्रविष्ट हो जाते हैं।

हमने अधिक उपज वाली उन्नत किस्मों को भी विशेष रूप से गेहूँ, धान तथा मक्का की फसलों के उत्पादन के लिए अपनाया है। यद्यपि हम अधिक उपज प्राप्त करने में सफल हुए हैं,

परंतु इसके साथ-साथ रासायनिक उर्वरकों का उपयोग भी बढ़ता गया। मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखने के लिए हमें खाद का उपयोग तथा खेत को कुछ समय के लिए परती छोड़ना जैसे प्राकृतिक उपाय अपनाने पड़ेंगे। खाद के उपयोग से मिट्टी की गुणवत्ता में वृद्धि तो होती ही है साथ ही साथ जल-धारण क्षमता में भी सुधार होता है। इससे मिट्टी के सभी पोषक तत्वों का पुनः पूरण भी हो जाता है। पादप एवम् जंतु अपशिष्ट का भण्डारण भी एक समस्या है। इसलिए कार्बनिक खाद के उपयोग पर विपरीत प्रभाव पड़ा है। आपने गाँवों की खाली भूमि में खाद के ऊँचे-ऊँचे ढेर देखे होंगे।

खेत से एक ही फसल की वर्ष दर वर्ष अथवा ऋतु दर ऋतु प्राप्त करने की प्रणाली पर रोक लगाकर मिट्टी की उर्वरता का पुनः पूरण संभव है। एक फसल के बाद किसी दूसरी विकल्पी फसल उगा कर हम अपने लक्ष्य को प्राप्त कर सकते हैं। इसे **फसल चक्रण** कहते हैं। कुछ समय पहले तक उत्तरी भारत का किसान एक ऋतु में गेहूँ की फसल उगाता था, दूसरे में चारे के लिए दलहन फसल प्राप्त करता था। इससे मिट्टी में नाइट्रोजन पोषकों का संवर्धन (पुनः पूरण) होता रहता था। आजकल किसानों को पुनः फसल चक्रण की पद्धति अपनाने के लिए प्रोत्साहित किया जा रहा है।

वास्तव में रासायनिक उर्वरकों के भण्डारण, परिवहन तथा उपयोग सुगम होने के कारण किसान इसके उपयोग को प्राथमिकता देते हैं। इन्हें छिड़काव अथवा सिंचाई नालियों द्वारा उपयोग किया जाता है (चित्र 14.5)।

चित्र 14.5 उर्वरकों का छिड़काव

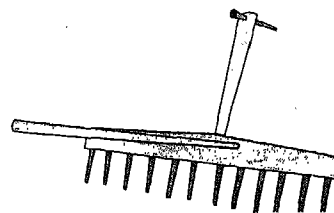
नाली के मुख पर रखे उर्वरक जल में घुल कर पूरे खेत में पहुँच जाते हैं। इन रासायनिक उर्वरकों में पोषक तत्वों की सांद्रता होती है। यह पोषक विशेष (नाइट्रोजनी और फॉस्फेटिक उर्वरक नाइट्रोन एवम् पोटाश में प्रचुर) होते हैं। यह उर्वरक ठोस तथा तरल दोनों अवस्था में होते हैं। यह जल में अतिविलेय होते हैं तथा पौधों द्वारा सुगमता से अवशोषित हो जाते हैं। यह उर्वरक तीव्रता से नमी अवशोषित करते हैं, अतः इन्हें वायु रोधी थैलों में रखा जाता है। इनका समुचित भण्डारण अति आवश्यक है। उर्वरक फसल विशिष्ट भी होते हैं। उदाहरण के लिए बरसीम, चना जैसी फसलों को नाइट्रोजनी उर्वरक की आवश्यकता नहीं होती। दलहन फसलों की मूल ग्रन्थिकाओं के जीवाणु वायु की (वातीय) नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करते हैं। उर्वरक के अतिशय उपयोग से मिट्टी की रासायनिक प्रकृति बदल जाती है। उदाहरण के लिए नाइट्रोजनी उर्वरक के उपयोग से मिट्टी में नाइट्रेट की मात्रा में वृद्धि हो जाती है, साथ ही

उसकी क्षारीयकता भी बढ़ जाती है। यद्यपि, इसी नाइट्रेट का उपयोग मिट्टी की अम्लीयता को कम करने में किया जाता है। यह पोषक मिट्टी में निक्षालित हो जाते हैं तथा फसल द्वारा अवशोषित किए जाते हैं।

खरपतवार नियंत्रण

आपने देखा होगा कि फसल के पौधों के साथ साथ कुछ अन्य पौधे भी खेत में उग आते हैं। जैसा कि आप जानते ही हैं एक ही किस्म (गेहूँ, धान, आलू, गन्ना) के पौधों को उगाना फसल कहलाता है। फसल के अतिरिक्त खेत में उगने वाले अन्य सभी पौधे **खरपतवार** कहलाते हैं। अतः खरपतवार खेत में उगने वाले अवांछित पौधे हैं। कभी-कभी फसल के बीजों के साथ खरपतवार के बीज मिल जाते हैं। ऐसी अवस्था में फसल के खेत खरपतवार प्रभावी हो जाते हैं। आपने अपने लॉन अथवा गमले में उगने वाले खरपतवार देखे होंगे। आप बगीचे में खरपतवार की पहचान किस प्रकार करते हैं? खरपतवार को हटाना **खरपतवार नियंत्रण** कहलाता है। यह इसलिए आवश्यक है क्योंकि वह भी मिट्टी से पोषकों का उपयोग करते हैं। वह जल एवम् प्रकाश के लिए भी प्रतियोगी हैं जिससे फसली पौधों की वृद्धि प्रभावित होती है तथा उपज में कमी आ जाती है। कुछ खरपतवार कटाई में भी व्यवधान डालते हैं। कुछ खरपतवार पशुओं तथा मनुष्य के लिए विषैले भी हो सकते हैं।

किसान खरपतवार हटाने एवम् उनकी वृद्धि के नियंत्रण के लिए अनेक उपाय अपनाते हैं। बुआई से पहले खेतों की जुताई से खरपतवार समूल उखड़ जाते हैं तथा मर जाते हैं जो सूख कर मिट्टी में मिल जाते हैं। खरपतवार के बीजों का फसल के बीजों के साथ मिल जाने का भी खतरा बना रहता है। फसल के पुष्पण एवम् पकने से पूर्व ही खरपतवार को उखाड़ फेंकना सर्वाधिक उपयुक्त समय है। यह कार्य शुष्क मौसम में आसान है। हाथों द्वारा खरपतवार को समूल उखाड़ना अथवा समय-समय पर भूमि की सतह से उसे काट कर हटा देना एक अन्य उपाय है। यह कार्य खुरपी से निराई करके अथवा हैरो चलाकर किया जा सकता है (चित्र 14.6)। इन युक्तियों की जंग से सुरक्षा की आवश्यकता होती है। खरपतवार नियंत्रण के समय फसल के पौधों को भी हानि होती है, वह

(a)

(b)

चित्र 14.6 *खरपतवार का खुरपी तथा हैरो द्वारा नियंत्रण*

भी उखड़ सकते हैं। हमें खरपतवार के जीवन चक्र (अंकुरण से पकने तक) की जानकारी होनी चाहिए। क्योंकि खरपतवार फसल विशेष से संबंधित होते हैं, इसलिए फसल-चक्र से भी खरपतवार नियंत्रण में सहायता मिलती है।

खरपतवार को कुछ रसायनों द्वारा भी नियंत्रित किया जा सकता है। ऐसे रसायन **खरपतवार नाशी** कहलाते हैं। खेतों में इनका छिड़काव किया जाता है (चित्र 14.7)। यह रसायन खरपतवार को नष्ट करने

चित्र 14.7 *खरपतवार नाशी का छिड़काव*

में प्रभावी हैं। ये फसल को कोई हानि नहीं पहुँचाते। इन खरपतवार नाशियों को जल में घोल बना कर छिड़काव किया जाता है। खरपतवार के पुष्पण एवम् बीज बनने से पहले खरपतवार नाशी का छिड़काव करते हैं। खरपतवार नाशी मनुष्य सहित अन्य जीवों के लिए हानिकारक हो सकते हैं।

फसल संरक्षण

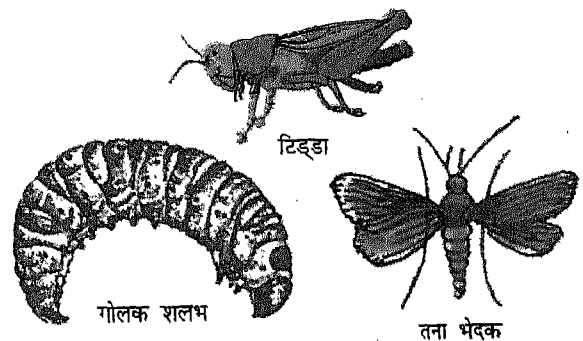
फसल पर अनेक बाहरी शक्तियों का प्रभाव पड़ता है। जंगली तथा आवारा पशु भी फसल को क्षति पहुँचाते हैं। यह समस्या शहरी क्षेत्रों में अधिक गंभीर है। किसान मिट्टी की मेड़ बनाकर अथवा कँटीले तार लगाकर फसल की सुरक्षा करता है। किसान को अपनी फसल को पक्षियों तथा टिड्डों एवम् अन्य कीटों से भी बचाना पड़ता है। चिड़ियों

(a)

(b)

चित्र 14.8 *ढोल बजाना, काक भगौड़ा*

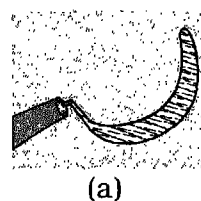
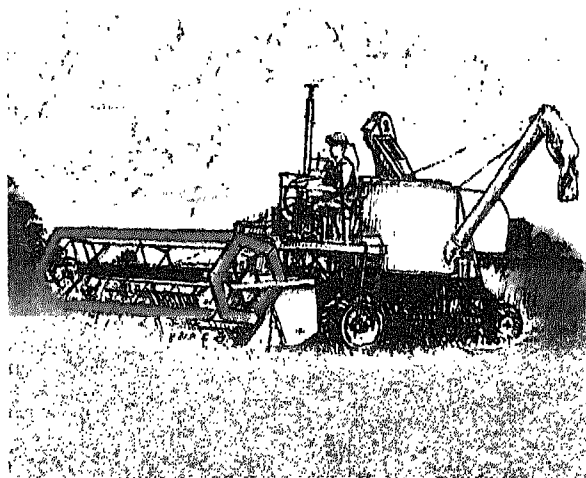
को डराने के लिए काक भगौड़ा (पुतला) खड़े किए जाते हैं तथा ढोल बजाया जाता है।

हानिकारक जीवों को पीड़क कहते हैं। कीट, चूहे तथा पक्षी कुछ सामान्य पीड़क हैं (चित्र 14.9)। इनसे सुरक्षा के लिए रसायनों का छिड़काव

चित्र 14.9 *कुछ पीड़क*

करते हैं। इन रसायनों को पीड़कनाशी कहते हैं। इनका उपयोग कीटों के अंडों एवम् लारवा को मारने के लिए किया जाता है। खरपतवार नाशी की ही तरह पीड़कनाशी का फसल पर छिड़काव किया जाता है। यह रसायन पीड़कों के जीवन चक्र की किसी विशेष अवस्था में अधिक प्रभावी होते हैं।

महामारी अथवा पीड़कों के गंभीर हमले के समय एक बड़े भूभाग में छिड़काव करने के लिए वायुयान का उपयोग भी किया जाता है। ऐसा प्रायः टिड्डी दल के हमले के समय किया जाता है। छोटे किसान इन रसायनों का तनुविलयन बनाकर छोटे पंप द्वारा इनका छिड़काव करते हैं। पीड़कनाशी किसानों के स्वास्थ्य पर सीधा प्रभाव डालते हैं। यह रसायन बहकर मिट्टी के अंदर चले जाते हैं तथा बाद में पौधों द्वारा अवशोषित कर लिए जाते हैं। यह पत्तियों एवम् फलों की सतह पर भी जम जाते हैं। अतः फलों एवम् सब्जियों को खाने से पूर्व भलीभांति धोने की सलाह दी जाती है।

कटाई

फसल बोने के समय से दानों के पकने तक की अवधि अर्थात् जीवन चक्र की अवधि प्रत्येक फसल के अनुसार बदलती रहती है। उत्तरी भारत में धान जून से सितंबर की अवधि में उगाया जाता है जबकि गेहूँ नवंबर से अप्रैल के मध्य उगाते हैं। गन्ना की फसल 2-3 वर्षों तक उगती है। पकने के बाद फसल उत्पाद को काटना **कटाई** कहलाता है। फसल को हाथों द्वारा हंसिए अथवा दरांती की सहायता से काटा जाता है (चित्र 14.10)। धान तथा गेहूँ की कटाई यंत्रों द्वारा भी की जाती है। फल तथा हरी सब्जियों को हाथों द्वारा तोड़ते हैं। अनाज अथवा फसल के दानों को भूसे से अलग

चित्र 14.10 (a) हँसिया, (b) कंबाइन

करना होता है, इसे **मढ़ाई** कहते हैं। यांत्रिक हारवेस्टर मढ़ाई एवम् दानों को अलग करने में सहायता करते हैं। अक्सर कटाई एवम् मढ़ाई का कार्य विशेष यंत्रों द्वारा एक साथ किया जाता है। यह यंत्र **कंबाइन** कहलाते हैं। यह यंत्र कुशलता से कार्य करते हैं। परंतु यह देखा गया है कि 'कंबाइन यंत्रों' द्वारा गेहूँ की मढ़ाई करने से भूसा कम मात्रा में प्राप्त होता है। खेत में पौधों के बचे हुए भाग एवम् अन्य टुकड़ों को अधिकतर किसान जला देते हैं इससे प्रदूषण तो होता ही है साथ ही खेत में पड़ी फसल को भी क्षति पहुँचती है। अतः फसल के बचे हुए व्यर्थ अवशेष को जलाना नहीं चाहिए। आप अनुभवी व्यक्तियों के साथ इसकी चर्चा कर सकते हैं।

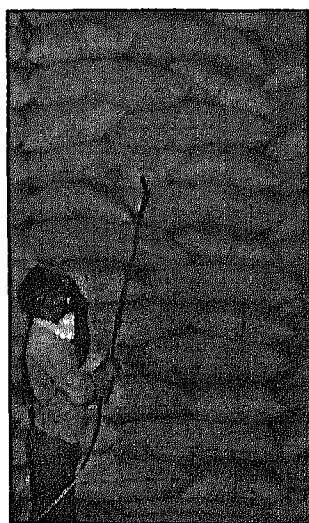
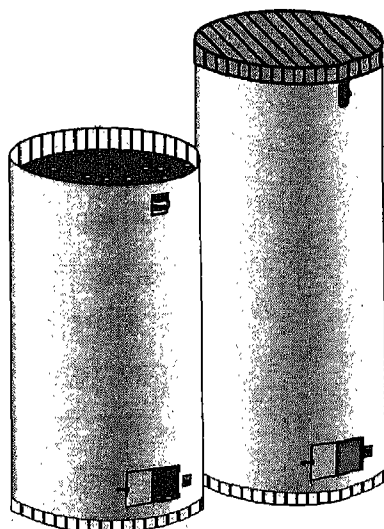
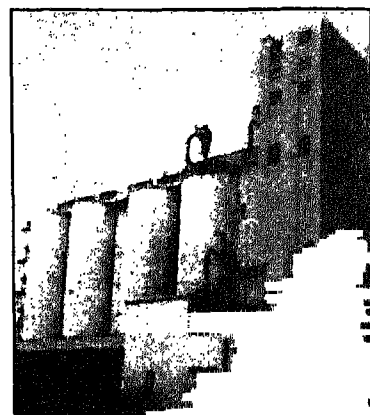
छोटे किसान फटककर बीजों को भूसे से अलग करते हैं। इसके विषय में आप पहले पढ़ चुके हैं।

इस प्रक्रिया में भूसे के हल्के तिनके हवा के साथ उड़ कर दूर चले जाते हैं तथा भारी होने के कारण बीज गुरूत्वाकर्षण द्वारा भूमि पर सीधे गिरते हैं।

भंडारण

उपरोक्त पद्धतियों द्वारा फसल उपज के संदर्भ में खाद्य उत्पादन में वृद्धि की जा सकती है। उपज का भंडारण एक महत्त्वपूर्ण कार्य है। किसान अनाज तथा भूसा दोनों का ही भंडारण करता है। भूसा पशु चारे के काम आता है। पैदावार का अधिकांश भाग सरकार तथा व्यापारिक संस्थानों को बेच दिया जाता है। इस अनाज का स्थानांतरण (ढुलाई) तथा उचित भंडारण करना होता है। सरकार द्वारा खाद्यान्न का भंडारण भारतीय खाद्य संस्थान (FCI) के मालगोदामों में केंद्र तथा राज्य सरकार द्वारा किया जाता है।

भंडारण से पूर्व खाद्यान्न को धूप में भलीभांति सुखाया जाता है। यह खाद्यान्न में नमी का स्तर कम करने के लिए आवश्यक है जिससे इसे पीड़कों के प्रकोप (ग्रसन) से बचाया जा सके। किसान अनाज का भंडारण जूट के बोरों अथवा धातु के बड़े पात्र अथवा कोठार में करते हैं। अनाज को चूहों तथा कीटों जैसे पीड़कों से सुरक्षित रखने के लिए तथा बड़े पैमाने पर अन्न के भंडारण के लिए उन्नत भंडारों तथा साइलों का उपयोग किया जाता है (चित्र 14.11)। कवक पीड़कों से सुरक्षा के लिए इन भण्डारों में नमी तथा तापमान को नियंत्रित किया जा सकता है।

फसल की कुल पैदावार को **फसल उपज** कहते हैं। याद रखिए पशु चारा भी फसल उत्पाद है। पहले के विवरण से आप जान चुके हैं कि अनेक कारक किस प्रकार फसल को प्रभावित करते हैं। आप इन कारकों की विभिन्न पद्धतियों की सूची तैयार कर सकते हैं — मिट्टी तैयार करना, अच्छे बीजों का चयन, जुताई, बुआई, खाद देना, सिंचाई, खरपतवार नियंत्रण, फसल सुरक्षा तथा कटाई एवम् मढ़ाई। उपज प्राप्त होने

गोदाम

बिन

साइलो

चित्र 14.11 गोदाम, बिन, साइलो

के बाद उसका समुचित भण्डारण भी उतना ही महत्त्वपूर्ण है।

यह पद्धतियाँ सामान्यत: सभी फसलों के लिए एक जैसी हैं। यह आपके बगीचे तथा गमले के पौधे के लिए भी उतने ही महत्त्वपूर्ण हैं। आपका माली इन सभी क्रियाकलापों को करता होगा। परंतु किसी एक पद्धति का स्वरूप विभिन्न फसलों में अलग-अलग भी हो सकता है। आप गेहूँ तथा धान की फसलों के लिए बुआई तथा सिंचाई की तुलना कर सकते हैं। आप जानते हैं कि धान को अधिक जल की आवश्यकता होती है तथा इसको रोपाई द्वारा उगाते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

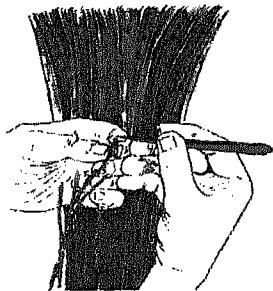
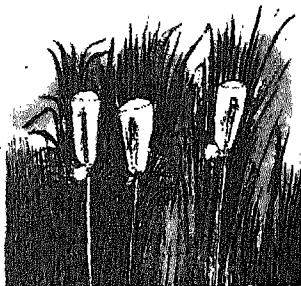
1. कृषि का प्रारंभ कैसे हुआ?
2. जुताई किसे कहते हैं?
3. मिट्टी की तैयारी के चरण हैं ————।
4. बीजों को उचित गहराई में बोना क्यों आवश्यक है?
5. फसल को परिभाषित कीजिए।
6. ऋतुओं के आधार पर फसल के दो वर्गों के नाम लिखिए।
7. जलाक्रांत से खेत पर क्या प्रभाव पड़ता है?
8. फसल के परती पड़ने से क्या अभिप्राय है?
9. खाद तथा उर्वरक में क्या अंतर है?
10. खरपतवार नियंत्रण क्यों करते हैं?
11. पीड़कनाशी किसे कहते हैं?
12. कंबाइन संयंत्र के क्या कार्य हैं?
13. फसल उत्पाद का भंडारण किस प्रकार किया जाता है?

14.2 फसल समुन्नति

फसल उत्पादन की उपरोक्त पद्धतियों को समुचित रूप से अपना कर उपज बढ़ाई जा सकती है। समय-समय पर इन पद्धतियों में सुधार किया गया है जैसे कि सिंचाई, खाद-उर्वरक का उपयोग तथा फसल संरक्षण। हमारे देश की जनसंख्या एक अरब के स्तर को पार कर चुकी है। इनकी पोषण आवश्यकता की पूर्ति के लिए खाद्यान्न उत्पादन बढ़ाना आवश्यक हो गया है। स्वतंत्रता प्राप्ति के समय हमारी जनसंख्या 35 करोड़ थी तथा खाद्यान्न उत्पादन लगभग 4.5 करोड़ टन था। कृषि में सुधार लाने के उद्देश्य से 1960 में कुछ प्रयास किए गए जिसे **हरित क्रांति** के नाम से जाना जाता है।

हरित क्रांति के समय मैक्सिको से अधिक उपज वाली गेहूँ की बौनी किस्मों का आयात कर पुन:स्थापन किया गया। यह कुछ रोगों तथा पीड़कों के प्रतिरोधी थे। इन्हें अधिक सिंचाई तथा पीड़कनाशियों की आवश्यकता होती थी। इन किस्मों का जीवनकाल भी भारतीय किस्मों की अपेक्षा कम था। मैक्सीकन किस्म की उपज तो अधिक थी परंतु बौनी किस्म होने के कारण इससे भूसा कम मात्रा में प्राप्त होता था। इन किस्मों को रासायनिक उर्वरकों की भी अधिक आवश्यकता पड़ती है। इसलिए किसानों ने उर्वरकों का भरपूर प्रयोग किया तथा खाद के प्रयोग में बहुत अधिक कमी आती गई। मिट्टी उर्वरक-निर्भर हो गई। मिट्टी की प्राकृतिक रूप से पोषकों की पुन: पूरण क्षमता का ह्रास हो गया।

अधिक उपज देने वाली गेहूँ तथा धान की समुन्नत किस्में अपना कर पैदावार बढ़ाई गई तथा खाद्यान्न उत्पादन में आत्मनिर्भरता के लक्ष्य को प्राप्त किया गया। यद्यपि आज खाद्यान्न उत्पादन संतोषजनक है, परंतु, इसका समुचित भंडारण एवम् वितरण संतोषजनक नहीं है। इसके लिए उचित प्रबंधन की आवश्यकता है।

सिंचाई, खाद, उर्वरक तथा उन्नत कृषि यंत्रों जैसी उन्नत कृषि पद्धतियाँ अपना कर खाद्यान्न उत्पादन बढ़ाया जा सकता है। इस क्षेत्र में हमने अपना ज्ञानवर्धन कर उसका उपयोग अधिक उपज प्राप्त करने में किया है। पैदावार बढ़ाने का दूसरा उपाय फसल की उन्नत किस्मों का विकास एवम् उपयोग करना है। इस प्रणाली को **किस्मों का सुधार** अथवा **फसल समुन्नति** कहा जाता है। यह एक विशेष तकनीक द्वारा होता है जिसे **पादप अभिजनन** कहते हैं। इसमें वांछित गुणों वाले दो भिन्न किस्मों में परस्पर क्रॉस-प्रजनन अथवा संकरण कराया जाता है। यह प्रक्रिया वांछित गुणों वाली नई किस्म विकसित करने के उद्देश्य से अपनाई जाती है। अधिक उपज, रोग एवम् पीड़क रोधी ऐसे कुछ वांछित गुण हैं।

पुंकेसर हटाना

लिफाफे से ढकी विपुंषक बालें

चित्र 14.12 विपुंषण

यह तकनीक स्वनिषेचन अथवा उसी किस्म के सदस्यों के मध्य निषेचन रोकने के उद्देश्य से अपनाई जाती है। इस विधि में एक किस्म 'A' के पौधे से परिपक्व होने से पूर्व ही पुंकेसर हटा दिए जाते हैं। इस प्रक्रिया को **इमैस्कुलेशन** अथवा **विपुंषण** कहते हैं।

परागकोश रहित विपुंसक फूलों को प्लास्टिक अथवा कागज की थैलियों से ढक देते हैं ताकि स्वपरागण न हो सके (चित्र 14.12)। दूसरी किस्म के पौधे 'B' के परागकणों को कृत्रिम रूप से 'A' पौधे के विपुंसक पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानांतरित कर देते हैं। इस संकरण से प्राप्त बीजों को खेत में उगाते हैं। इस प्रक्रम को कई पीढ़ियों तक अपनाया जाता है। कुछ पीढ़ियों तक इस प्रक्रम को दोहराने के पश्चात् वांछित गुणों वाली समुन्नत किस्म प्राप्त होती है। इस प्रकार प्राप्त बीजों को **स्टॉक** कहते हैं। अधिक उपज, रोग तथा पीड़करोधी क्षमता वांछित लक्षणों के कुछ उदाहरण हैं। भारत में विकसित कुछ फसलों की समुन्नत किस्में हैं - गेहूँ (सोनालिका, कल्याण सोना); धान (जया, पद्मा, पूसा - 215) तथा मक्का (गंगा-101, रंजीत)।

अंततः आपने देखा कि उन्नत किस्म के उपयोग से यद्यपि उपज में वृद्धि हुई, परंतु इससे मिट्टी तथा जल की गुणवत्ता एवम् उपलब्धता पर विपरीत प्रभाव पड़ा जिससे दूसरी फसलों की खेती पर भी असर पड़ा। उदाहरण के लिए भूमिगत जल-स्तर कम हो गया। नलकूपों को अधिक गहरा खोदना पड़ रहा है। अतः नई कृषि पद्धति अपनाते समय अथवा फसल की नई किस्म के उपयोग से

पहले यह सुनिश्चित करना होगा कि हमारे पर्यावरण एवम् संसाधनों को क्षति न पहुँचे।

वर्षा के **जल संवर्धन** अथवा **वाटर हार्वेस्टिंग** द्वारा जल संरक्षण को प्रोत्साहित किया जा रहा है। शहरों का वर्षा का अधिकांश जल नदी तथा नालियों में प्रवाहित हो जाता है। इस कारण शहरों में भूमिगत जल स्तर, निरंतर घट रहा है। वर्षा के जल को एकत्रित करके उसका भूमि में अंतः स्रवण द्वारा भौम जलस्तर में जाने देना चाहिए। हार्वेस्टेड जल का उपयोग बागवानी के लिए भी कर सकते हैं।

इनके उत्तर दीजिए

1. पादप अभिजनन आवश्यक क्यों है?
2. स्टॉक की परिभाषा लिखिए।
3. विपुंषण क्या है?

14.3 जंतुओं से प्राप्त खाद्य

फसलों की भांति अनेक जंतु हमारे लिए उपयोगी हैं। आपने पौधों से अनाज, सब्जियाँ तथा फल इत्यादि खाद्य पदार्थों के उत्पादन की पद्धतियों के विषय में पढ़ा है। हमें दूध, अंडे, मांस जैसे कुछ खाद्य पदार्थ जंतुओं से प्राप्त होते हैं। अनेक उपयोगी पशु हमें खाद्य पदार्थ प्रदान करते हैं। परंतु फसली पौधों की अपेक्षा उनकी संख्या बहुत कम है। आप प्रतिदिन दूध का उपयोग करते हैं। आप में कुछ नियमित रूप से अंडे भी खाते होंगे, कुछ को मांस अच्छा लगता है। कभी-कभी आपकी माँ आपको शहद भी देती होगी। हम उन सभी जंतुओं को पालते हैं, जिनसे हमें खाद्य पदार्थ प्राप्त होते हैं। पालतू जंतुओं (पशुओं) को घर पर अथवा पशुगृह (फार्म) में पालते हैं। पशुओं को उचित भोजन, आवास एवम् देखभाल की आवश्यकता होती है। वैज्ञानिक तौर-तरीके से जंतुओं की देखभाल एवम् पालने के विज्ञान को **पशुपालन** कहते हैं। पशुपालन व्यावसायिक स्तर पर भी किया जाता है। अपनी वृहद जनसंख्या के पोषण हेतु जंतु-खाद्य प्राप्त करने के लिए व्यापक स्तर पर पशु-पालन करना आवश्यक है। क्या यह खेतों में फसल उगाने जैसा ही नहीं है? फसल की ही तरह पशुओं की देखभाल के लिए हमें कुछ निर्धारित पद्धतियों अथवा चरणों को अपनाना होता है।

अब हम उन पशुओं को पालने के विषय में चर्चा करेंगे जिनसे हमें दूध, अंडे तथा मांस के रूप में भोजन प्राप्त होता है। आप कुछ ऐसे जंतुओं के पालने के तौर-तरीकों के बारे में भी अध्ययन करेंगे जिनसे हमें शहद, तेल जैसे खाद्य प्राप्त होते हैं।

दुग्ध उत्पादन

दूध देने वाले पशु जैसे कि गाय तथा भैंस को बड़े स्तर पर **डेयरी फार्म** में पालते हैं। इन्हें दूध देने वाले पशु अथवा **दुधारू-पशु** कहते हैं। कृषि से प्राप्त पदार्थों में चावल के बाद दूध उत्पादन का दूसरा स्थान है। हमारी दुग्ध आवश्यकता की आपूर्ति मुख्यतः गाय एवम् भैंस के दूध से होती है। प्राचीन काल से ही गाय दूध का मुख्य स्रोत रही है। भैंस दूध का दूसरा मुख्य स्रोत है। इन दोनों में भैंस अधिक उत्पादक है। इसके दूध देने की अवधि 20 वर्ष से अधिक है। गाय के दूध की अपेक्षा भैंस के दूध में वसा, प्रोटीन, सोडियम, पोटैशियम, कैल्सियम, विटामिन E तथा कोलेस्ट्रॉल की मात्रा अधिक होती है।

क्रियाकलाप 4

ग्रामीण दूध में जल मात्रा की जाँच एक सरल परीक्षण द्वारा करते हैं। अपने हाथ की अंगुली के पृष्ठ भाग पर दूध की कुछ बूँदें डालिए। यदि यह तेज गति से नीचे की ओर बहता है तो दूध में जल की मात्रा अधिक है। दूध की गुणवत्ता उसमें उपस्थित वसा की मात्रा पर भी निर्भर करती है। वसा की मात्रा को दुग्धमापी अथवा लैक्टोमीटर द्वारा मापा जा सकता है।

हमारे देश में गाय तथा भैसों की संख्या सर्वाधिक है। इन पशुओं का कृषि फसलों के साथ घनिष्ठ संबंध रहा है। वास्तव में उन्हें जैव मशीन कहा जाता है जो निम्न ऊर्जा वाले चारे को उच्च स्तरीय दूध में परिवर्तित कर देते हैं। दूध देने के अतिरिक्त गाय, बैल तथा भैंस का उपयोग बोझा ढोने तथा खेती के कार्य में भी किया जाता है।

दुधारू पशुओं के पालन के लिए उनके उचित पोषण, छंटाई, देखभाल एवम् संरक्षण तथा प्रजनन की आवश्यकता होती है। इन पशुओं के आहार में घास, सूखा चारा (गेहूँ का भूसा) तथा दलहन का हरा चारा जैसे कि बरसीम, एल्फा-एल्फा इत्यादि शामिल हैं। मवेशी-आहार को दो समूहों **रूक्षाँश** एवम् **सांद्रित भोजन** (अनाज, खली) में बांटा गया है। सरसों तथा कपास की खली का उपयोग आहार के संवर्धन के लिए किया जाता है। आप इसकी तुलना फसल को दी जाने वाली वस्तुओं से कर सकते हैं। चारा खाद की तरह कार्य करता है तथा खली उर्वरक का।

पशु के अच्छे स्वास्थ्य के लिए पोषक आहार के अतिरिक्त उनके भोजन का समय तथा उसकी आवृति भी अत्यंत महत्त्वपूर्ण हैं। सामान्यतः चारा प्रातः एवम् सायंकाल दूध-दुहने से पहले नांद में

पशुशाला का भीतरी दृश्य

पशुशाला का बाहरी दृश्य

चित्र 14.13 नांद दर्शाते हुए पशु आवास

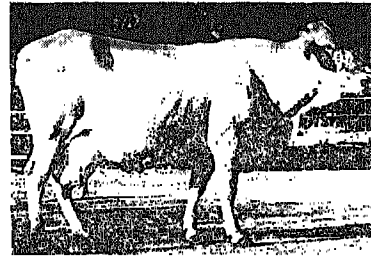
दिया जाता है (चित्र 14.13)। पेय जल भी दो बार दिया जाता है। ग्रामीण क्षेत्रों में पशुओं को चराने के लिए चारागाहों में ले जाते हैं तथा उन्हें नहाने के लिए तालाब में छोड़ दिया जाता है। जबकि फार्म-हाउस में पशुओं की साफ-सफाई पशु गृह में ही की जाती है।

स्वच्छ एवम् हवादार आवास की व्यवस्था भी मवेशियों की देखभाल का ही हिस्सा है। डेयरी फार्म में यह आवास पक्के होते हैं तथा फर्श ईंटों का बना होता है। चारे के लिए नांद होती है।

आवास में मल-मूत्र आदि के उचित निकास की व्यवस्था होती है। आवास की नियमित धुलाई से स्वच्छता बनी रहती है। पुआल अथवा घास का उपयोग बिछावन के रूप में किया जाता है जिसमें मूत्र जैसे अपशिष्ट अवशोषित होते रहते हैं। आवास का आकार पशुशाला में रहने वाले पशुओं की संख्या पर निर्भर करता है। पशुओं को घायल होने से बचाने के लिए आवश्यक है कि आवास में किसी प्रकार के उभार न हों।

गाय तथा भैंस अनेक रोगों से पीड़ित हो सकती हैं। कुछ संचरणीय (पीड़ित पशु से दूसरे में संचरित होने वाले) रोग हैं। वायरस जनित मुँह एवम् खुर का रोग (फुट एवम् माउथ रोग) मवेशियों में होने वाला सामान्य परंतु घातक रोग है। इस रोग से पीड़ित पशु के मुँह तथा खुरों में छाले पड़ जाते हैं, तेज ज्वर तथा कभी-कभी कंपकंपी भी होती है। पीड़ित पशु निस्तेज एवम् आलसी हो जाता है। यह ठीक वैसा ही है जैसा कि ज्वर से पीड़ित होने पर हमें अनुभव होता है। आँखों से पानी बहना तथा मुँह से लार टपकते रहना इस रोग के अन्य लक्षण हैं। कभी-कभी परजीवी कृमि जैसे कि फीता कृमि का संक्रमण पीड़ित पशु के लिए घातक सिद्ध होता है। टिक एवम् परजीवी कीट भी पशुओं को हानि पहुँचाते हैं। यह परजीवी पशु का रक्त चूसते हैं तथा रोग कारक जीवों का संचरण भी करते हैं।

गाय एवम् भैंस अपने प्रजनन काल (दुग्ध स्रवण काल) की अवधि में हमारी दूध की आवश्यकता की पूर्ति करती हैं। परंतु आयु के साथ-साथ दुग्ध उत्पादन क्षमता घटती जाती है। पशु की रोधी क्षमता घटने से वह बार-बार रोगग्रस्त होता रहता है। रोगी तथा अनुत्पादक पशुओं को डेयरी फार्म में नहीं रखा जाता। कुछ लोग दूध प्राप्त करने के उद्देश्य से मवेशियों को इन्जेक्शन देते हैं। यह पशुओं के स्वास्थ्य के लिए अत्यधिक हानिकारक है, अतः इससे बचना चाहिए।

संकरण द्वारा गाय तथा भैसों की उन्नत नस्लें विकसित की गई हैं। गायों की उच्च उत्पाद वाली किस्में (फ्रेजियन-साहीवाल, होल्सस्टीन-फ्रेजियन) 3200-3500 लिटर तथा भैसें (मुर्रा) 2000-3000 लिटर तक दूध देती है। (चित्र 14.14)। इस प्रक्रिया

गाय की करन स्विस नस्ल

गाय की करन फ्रेजियन नस्ल

मुर्रा भैंस

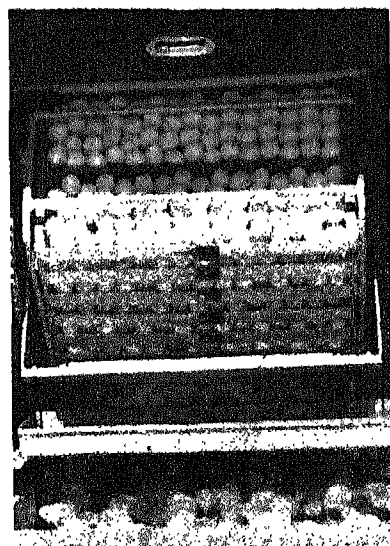
चित्र 14.14 उच्च उत्पाद वाली कुछ दुधारू नस्लें

में अधिक दूध देने वाली नस्ल का कम दूध देने वाली नस्ल के बीच संकरण कराया जाता है। अब उन्नत नस्लों की रोगरोधी क्षमता में भी सुधार हुआ है। भारत की गाय तथा भैंस की देशज नस्लों की दुग्ध उत्पादन क्षमता विदेशज नस्लों की अपेक्षा बहुत कम है। संकरण तकनीक द्वारा अधिक उत्पादन एवम् रोगरोधी जैसे वांछित लक्षणों वाली नस्लों के विकास में पर्याप्त सहायता मिली है।

कुक्कुट पालन

अंडे एवम् मांस प्राप्ति के उद्देश्य से मुर्गी, बत्तख इत्यादि पक्षियों को पालना कुक्कुट पालन कहलाता है। अंडे में प्रोटीन तथा विटामिन प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। मुर्गी जैसे कुक्कुट पक्षियों को घरों तथा बड़े कुक्कुट फार्म दोनों में ही पाला जाता है। मुर्गी अंडे पर बैठ कर उसे 21 दिन तक सेती है। इस अवधि को ऊष्मायन-काल कहते हैं [चित्र 14.15(a)]।

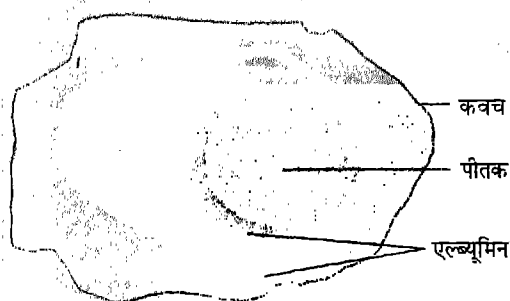
इससे अंडे को अपेक्षित नमी तथा ऊष्णता प्राप्त होती है जो अंडे में भ्रूण के विकास एवम् अंडों के स्फुटन में सहायक है। इस प्रक्रम को **प्राकृतिक स्फुटन** कहते हैं। अंडों को समुचित ऊष्णता प्रदान करने के लिए कभी-कभी उनके नीचे पुआल बिछा देते हैं। अंडों के ऊपर बैठी मुर्गी आलसी हो जाती है। उसका सारा ध्यान अंडों को सेने में रहता है। इसे **ब्रूडी मुर्गी** कहते हैं। इसे छेड़ने पर यह हिंसक हो जाती है। यह पंख फड़फड़ा कर अपना क्रोध दर्शाती है तथा शत्रु को भयभीत कर देती है। मुर्गी पालक द्वारा 7वें तथा 9वें दिन अंडों की जाँच की जाती है तथा अनिषेचित अंडे अलग कर लिए जाते हैं। शीतकाल में अंडा उत्पादन दर में कमी आ जाती है। ऐसा दिन की अवधि छोटी एवम् नम होने के कारण होता है। शीतकाल में मुर्गी को पर्याप्त आहार भी नहीं मिलता।

(a) प्राकृतिक स्फुटन

(b) ऊष्मायित्र द्वारा कृत्रिम स्फुटन

चित्र 14.15 (a) प्राकृतिक ऊष्मायन, (b) ऊष्मायित्र

बड़े कुक्कुट फार्म में अंडे सेने का कार्य विशेष उपकरणों द्वारा किया जाता है जिन्हें **ऊष्मायित्र** कहते हैं (चित्र 14.15)। इसका ताप स्थिर रखा जाता है। ऊष्मायन के समय नमी का नियमन किया जाता है। अंडे के विषय में अधिक जानकारी प्राप्त करना रोचक है।

क्रियाकलाप 5

अंडे का कवच कैल्सियमी पदार्थ कैल्सियम कार्बोनेट का बना होता है। एक प्लेट में अंडे को सावधानीपूर्वक तोड़िए। आप इसके केंद्रीय भाग में गोलाकार पीली संरचना देखते हैं जिसे योक अथवा पीतक कहते हैं। यह एल्ब्यूमिन नामक म्यूसिलेज जैसे पारभासी पदार्थ से घिरा होता हैं (चित्र 14.16)। अंडे

चित्र 14.16 अंडा तथा इसके भाग

को उबाल कर छीलिए। आप देखते हैं कि इस अंडे के यह दोनों पदार्थ ठोस में परिवर्तित हो जाते हैं। आप योक तथा एल्ब्यूमिन का प्रेक्षण कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 6

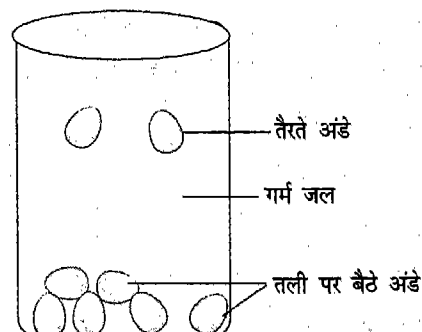
एक अंडे को अंगुली तथा अंगूठे द्वारा पकड़ कर प्रकाश स्रोत की दिशा में रख कर अंडे में से देखने का प्रयास कीजिए। अंडे के अंदर का पदार्थ एक ओर ढलक सकता है। यदि अंडा एक जैसा पारभासी दिखाई दे, तो यह अनिषेचित अंडा होगा। परंतु यदि अंडे के मध्य में गहरे रंग की

चित्र 14.17 प्रकाश स्रोत की सहायता से अंडे का प्रेक्षण

गोलाकार रचना दिखाई दे तो यह निषेची अंडा होगा।

अंडे की गुणवत्ता का परीक्षण एक और सरल विधि द्वारा किया जा सकता है।

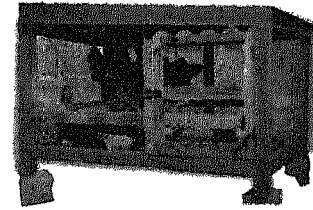
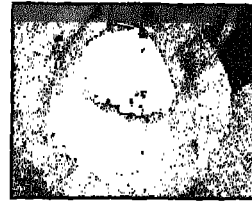
क्रियाकलाप 7

गर्म पानी से भरे पात्र में कुछ अंडे डाल दीजिए। ध्यान से देखिए क्या यह तैरते रहते हैं या पानी में डूब जाते हैं (चित्र 14.18)। जो अंडे पानी में डूब जाते हैं वह अच्छी

चित्र 14.18 अंडों के गुणों का परीक्षण

गुणवत्ता वाले हैं तथा जो तैरते रहते हैं वे खराब अंडे हैं।

अंडे की गुणवत्ता का परीक्षण एक सरलविधि द्वारा भी कर सकते हैं। एक अंडा लेकर उसे एक प्लेट में तोड़िए। यदि अंडे का पीला भाग ठोस गोल ही रहता है तो यह अच्छी गुणवत्ता है। यदि पीला भाग फैल जाता है तो उस अंडे की गुणवत्ता अच्छी नहीं है।

अंडे का कवच कैल्सियम कार्बोनेट का बना होता है। कैल्सियम की कमी से कवच पतला तथा नरम रह जाता है। आप उबले हुए अंडे को सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल अथवा नाइट्रिक अम्ल के बीकर में रखिए। कवच धीरे-धीरे घुल जाएगा। इस अंडे को किसी छोटे मुँह वाली बोतल पर रखिए तथा प्रेक्षण नोट कीजिए। अंडा बोतल के अंदर चला जाता है।

कुक्कुट पक्षियों को विशिष्ट भोजन दिया जाता है। गाँवों में कुछ लोग अपने उपयोग के लिए कुक्कुट पालते हैं। उन्हें खाद्यान्न तथा रोटी इत्यादि खिलाते हैं। कुक्कुट को घूमने के लिए खुला छोड़ देते हैं, जहाँ वे कीड़े-मकोड़े, वनस्पति तथा कंकड़ खाते रहते हैं। परंतु, कुक्कुट-फार्म में दिए जाने वाले कुक्कुट आहार में दले हुए दरदरे (टूटे दाने), गीला मिश्रण तथा हरी खाद्य होते हैं। गेहूँ, मक्का तथा बाजरा जैसे अनाज के दानों को पीसने के लिए इनके आहार में बालू अथवा छोटे-छोटे कंकड़ होने आवश्यक हैं। सामान्यत: इनके आहार में चूना पत्थर का चूरा भी मिलाते हैं। इसमें कैल्सियम कार्बोनेट की प्रचुरता होती है जो अंडों के कवच बनाने में सहायक है। इन्हें नांद में जल की पर्याप्त मात्रा दी जाती है। यदि मुर्गियों को जल की कम मात्रा मिलेगी तो उनकी अंडे देने की क्षमता में कमी आएगी।

दड़वे

कुक्कुट आहार

जल पात्र

कुक्कुट चूजों का आवास

चित्र 14.19 कुक्कुट दड़बों का बाह्य एवम् आंतरिक दृश्य

कुक्कुट फार्म में दड़वों में वायु के आवागमन का पर्याप्त प्रबंध रहता है। इन फार्मों में मुर्गियों को नांद में भोजन देते हैं (चित्र 14.19)।

इन दड़बों में प्रकाश की भी पर्याप्त व्यवस्था होती है। बल्ब अथवा ट्यूबलाइट जलती रहती है। पक्षियों के आवास की नियमित सफाई की जाती है तथा अपशिष्ट हटा दिए जाते हैं तथा इन्हें खाद के रूप में उपयोग करते हैं। दड़बों में पक्षियों की सुरक्षा का भी पूरा प्रबंध होना चाहिए। विशेष रूप से सर्दियों में खिड़कियों

चित्र 14.20 धूल-स्नान करती मुर्गियाँ

पर पर्दे लगा कर उन्हें सुरक्षा प्रदान की जानी चाहिए।

कुक्कुट फार्म में पक्षी रोगों के संक्रमण के प्रति संवेदी होते हैं। यह रोग विषाणु तथा जीवाणु द्वारा हो सकते हैं। उन्हें हैजा तथा चिकन पॉक्स हो सकता है। रोग से पीड़ित होने पर पक्षी आलसी हो जाता है तथा खाना-पीना छोड़ देता है। लीख तथा किलनी जैसे बाह्य परजीवियों से बचने के लिए मुर्गियाँ धूल में नहाती हैं। इस धूल-स्नान के लिए दड़बों में एक गड्ढा बना कर उसमें मिट्टी अथवा सूखी राख भर दी जाती है (चित्र 14.20)।

अधिक अंडोत्पादन अथवा मांस के लिए अभिजनन अथवा संकरण तकनीक द्वारा कुक्कुटों की उन्नत नस्लों का विकास किया जाता है। हमारे देश में व्हाइट लेग हॉर्न, रोडे आइलेण्ड रेड, ILS-82, B-77 का विकास किया जाता है। अधिक मांस (ब्रोलर्स) प्राप्त करने के लिए भी कुक्कुट पालन किया जाता है।

मत्स्य पालन

हमारे देश में मछली एक अन्य प्रमुख खाद्य स्रोत है। तटीय क्षेत्रों तथा नदियों के समीप रहने वाला विशाल जन-समुदाय नियमित रूप से मछली का सेवन करता है। यह जंतु प्रोटीन का एक समृद्ध स्रोत है। शार्क तथा कॉड जैसी मछलियों का तेल विटामिन-D का समृद्ध स्रोत है। मछली का शुष्क रूप में तथा डिब्बा बंद खाद्य के रूप में भी उपयोग किया जाता है। मत्स्य आहार को कुक्कुट तथा मवेशियों के समृद्ध आहार के रूप में भी उपयोग किया जाता है। पूँछ, पंख एवम् हड्डियों जैसे मत्स्य अपशिष्ट का उपयोग उर्वरक तथा आसंजक पदार्थों के उत्पादन में किया जाता है।

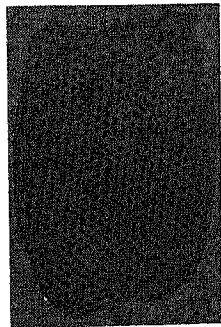
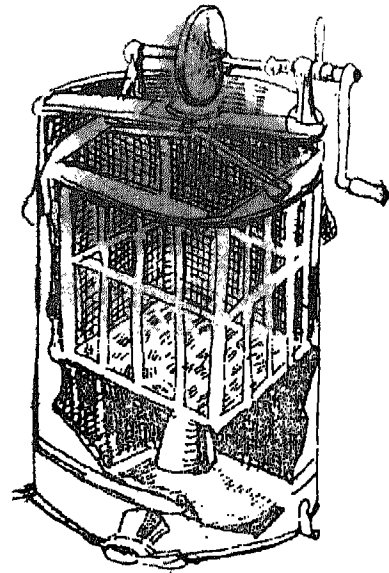
जल स्रोत के आधार पर मछलियों को अलवण तथा लवण जल के दो वर्गों में बाँटा गया है। तालाब, झील, नहर एवम् नदी में पाई जाने वाली मछली को अलवण जल मछली (कटला, लोबियो, रोहू) कहते हैं। जबकि सागर/महासागर/ मुहानों में पाई जाने वाली मछलियां लवण जल मछली (टूना तथा कॉड) कहलाती हैं। समुद्री मछली को ट्रॉलर नामक यांत्रिक नाव की सहायता से पकड़ते हैं। बड़े स्तर पर मछली पालना, **मत्स्य पालन** कहलाता है। मछली फार्म अथवा मत्स्य स्फुटन तालाब को नर्सरी कहते हैं।

परंतु कुछ तालाबों को मत्स्य उत्पादन तालाब के रूप में विकसित किया जाता है। बहते हुए जल के उत्पादन-तालाब में अंडों का 100% स्फुटन होता है। स्फुटन के फलस्वरूप छोटी मछलियाँ विकसित हो जाती हैं। इन्हें संवर्धन तालाब में स्थानांतरित कर देते हैं जहाँ उन्हें उचित मत्स्य आहार दिया जाता है। इनमें प्रकाश एवम् ऑक्सीजन की भी पर्याप्त व्यवस्था होती है। समय-समय पर मछली पकड़ी जाती हैं। प्रजनन तथा संकरण विधि द्वारा कम अवधि में तीव्रता से वृद्धि करने वाली नस्लों का विकास किया गया है।

मौन पालन (मधुमक्खी पालन)

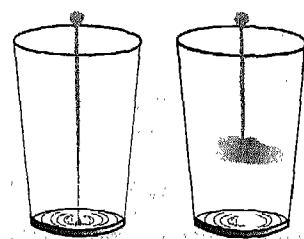
कीट जैसे छोटे जंतुओं से भी हमें आहार प्राप्त होता है। हमें मधुमक्खी से शहद प्राप्त होता है। शहद का खाद्य के रूप में नियमित उपयोग नहीं होता। अधिकतर इसका उपयोग सर्दियों के मौसम में करते हैं। इसका उपयोग दवा के रूप में भी किया जाता है। शहद में जल, शर्करा, खनिज एवम् एन्जाइम पाए जाते हैं। यह सुपाच्य होता है। इसका उपयोग खाँसी जैसे कुछ सामान्य रोगों में भी किया जाता है।

आमतौर पर मधुमक्खियाँ वनों में पाई जाती हैं। इनके रहने के स्थान को छत्ता कहते हैं। यह अपना छत्ता ऊँची इमारतों तथा ऊँचे-ऊँचे वृक्षों पर बनाती हैं (चित्र 14.21)।

मधुमक्खियों को विशेष बक्सों में भी पाला जाता है। इसे **मौन पालन** कहते हैं। मधुमक्खियाँ बॉक्स के फ्रेम में मधुकोश का निर्माण करती हैं। इनकी सारी गतिविधियाँ बक्से तक ही सीमित रहती हैं। रानी मक्खी अंडे देती है जिनका लारवा के रूप में विकास होता है। लारवा प्यूपा बनाते हैं। लारवा तथा प्यूपा दोनों ही की देखभाल श्रमिक मक्खी करती है। मधुमक्खी फूलों का पराग चूस कर उसे मधु(शहद) में परिवर्तित कर देती हैं। शहद निकालने का कार्य मशीनों द्वारा किया जाता है (चित्र 14.22)।

चित्र 14.21 वृक्ष तथा ऊँचे भवन पर मधु मक्खी के छत्ते

चित्र 14.22 शहद निकालने की मशीन

मशीन द्वारा शहद निकालने के बाद उसे वायु रोधी साफ बोतल में संग्रहित करते हैं। इसके उपोत्पाद के रूप में मधुमक्खी का मोम भी प्राप्त होता है। मौन पालन के लिए किसानों को प्रोत्साहित किया जा रहा है। खादी ग्रामोद्योग कमीशन तथा कृषि विश्वविद्यालय किसानों को मौन पालन का कार्य अपनाने के लिए प्रोत्साहित कर रहे हैं। मधु (शहद) में कभी-कभी चीनी तथा गुड़ की मिलावट की जाती है। एक सरल परीक्षण द्वारा इसकी पहचान की जा सकती है।

क्रियाकलाप 8

पानी से भरा एक गिलास लीजिए। इसमें शहद की दो बूँदें डालिए। यदि गिलास के पानी में शहद का एक पतला तार सा बनता जाता है, तो यह शुद्ध है। मिलावटी शहद द्वारा तार नहीं बनता क्योंकि चीनी अथवा गुड़ जल में घुल जाते हैं (चित्र 14.23)।

चित्र 14.23 शहद की शुद्धता का परीक्षण

आजकल किसानों ने भी मौन पालन को अपनाया है। किसानों द्वारा मौन पालन अपनाने से शहद के उत्पादन में वृद्धि हुई है।

आपने जाना कि फसलों एवम् जंतुओं का खाद्यान्न प्राप्त करने हेतु बड़े स्तर पर किस प्रकार उत्पादन करते हैं।

प्रमुख शब्द

फसल, फसल उत्पाद, खरीफ फसलें, रबी फसलें, कृषि पद्धतियां, जुताई मढ़ाई, ढेले, पटला, बीज-वेधक, बुआई, पौधशाला, प्रतिरोपण, सिंचाई, खरपतवार, खरपतवार नाशी, पीड़क, पीड़कनाशी, जैव पीड़कनाशी, परती, पटेला, कंबाइन-मशीन, बिन, फसल उपज, फसल समुन्नति, अभिजनन, किस्म, विपुंषीकरण, पशु-पालन, डेयरी, दुधारू पशु, रूक्षांश, सान्द्रचारा, पशुआहार, छंटाई, प्राकृतिक स्फुटन, ऊष्मायन काल, ब्रूडी मुर्गी, मधुछत्ता, मधुकोश, मौन पालन, शहद निकालने की मशीन।

सारांश

- अपनी विशाल जनसंख्या को पर्याप्त आहार प्रदान के लिए हमें कुछ कृषि पद्धतियों को अपनाना पड़ता है।
- उगाए जाने वाले एक ही प्रकार (किस्म) के पौधे फसल कहलाते हैं।
- ऋतु के अनुसार फसलें खरीफ तथा रबी फसलें कहलाती हैं।

- सिंचाई, जुताई तथा गुड़ाई द्वारा मिट्टी तैयार करना आवश्यक है। इसके लिए हल तथा पाटल (पटरे) का उपयोग करते हैं।
- बीज को निर्धारित दूरी एवम् गहराई में बोने से उपज अच्छी होती है। स्वस्थ बीजों का चयन करने के उपरांत उन्हें बोते हैं। बुआई हाथों अथवा बीज-वेधक की सहायता से की जाती है।
- सिंचाई विभिन्न स्रोतों से की जाती है। सिंचाई का समय तथा आवृत्ति, मिट्टी के स्वभाव एवम् फसल की किस्म पर निर्भर करता है।
- मिट्टी को पोषकों के पुनः पूरण की आवश्यकता होती है जिसके लिए खाद के रूप में कार्बनिक पदार्थों का उपयोग किया जाता है। उर्वरक द्वारा इसका संवर्धन करते हैं। नई किस्मों के उपयोग के साथ-साथ उर्वरकों के उपयोग में भी अत्यधिक वृद्धि हुई है।
- कार्बनिक खाद के उपयोग को प्राथमिकता दी जानी चाहिए।
- प्रकाश, पोषकों एवम् जल के लिए खरपतवार फसल से प्रतियोगिता करते हैं। फसल की उचित वृद्धि के लिए खरपतवार को हटाना आवश्यक है। कुछ रसायनों के उपयोग से भी खरपतवार नियंत्रण किया जाता है। जिन्हें खरपतवारनाशी कहते हैं।
- फसल की कटाई एवम् मढ़ाई हाथों द्वारा अथवा मशीनों द्वारा जिन्हें कंबाइन कहते हैं, की जाती है। फसल उपज का कुछ भाग किसान अपने उपयोग के लिए रख लेता है। शेष भाग बाजार में बेच दिया जाता है। बड़े स्तर पर खाद्यान्न का भण्डारण बड़े गोदामों एवम् साइलों में किया जाता है।
- वांछित लक्षणों वाली समुन्नत किस्में संकरण द्वारा प्राप्त की जाती हैं।
- दूध, अंडे एवम् मांस जैसे प्रमुख खाद्य पदार्थ प्राप्त करने के लिए गाय, भैंस, कुक्कुट तथा मत्स्य जैसे जंतुओं को पालते हैं।
- पालतू पशुओं को समुचित आहार, आवास, देखभाल तथा रोगों से सुरक्षा की आवश्यकता होती है।
- पशुओं से प्राप्त खाद्य पदार्थों का उत्पादन पशुपालन की उचित पद्धतियों तथा संकरण द्वारा नस्ल सुधार करके बढ़ाया जा सकता है।
- मधुमक्खी जैसे छोटे जंतुओं को भी शहद जैसे उपयोगी पदार्थ प्राप्त करने के लिए पालते हैं।

अभ्यास

1. भोजन प्रदान करने वाले पौधों को उगाने के लिए कृषि का प्रारम्भ कैसे हुआ?
2. ऋतु आधारित दो प्रकार की फसलों के नाम लिखिए।
3. फसल के लिए एक ही ———— के पौधों को उगाते हैं।
4. मिट्टी की जुताई से वायु की ———— सहायता मिलती है।
5. धान की फसल को ———— द्वारा उगाते हैं।
6. उर्वरक की परिभाषा लिखिए।
7. हमें कार्बनिक खाद का उपयोग क्यों करना चाहिए?
8. फसल पतन की परिभाषा लिखिए। इसका क्या कारण है?
9. जल की अत्यधिक आपूर्ति अथवा बाढ़ के पानी से मिट्टी जलाक्रांत हो जाती है। इसे रोकने के लिए क्या उपाय अपनाने चाहिए?
10. खरपतवार का नियंत्रण आप किस प्रकार करेंगे?
11. पीड़कनाशी की परिभाषा लिखिए।
12. पीड़कनाशी तथा खरपतवारनाशी में विभेद कीजिए।
13. पीड़कों से फसल की सुरक्षा के लिए कौन-कौन से चरण हैं?
14. कटाई तथा मढ़ाई की विधि का वर्णन कीजिए।
15. दुधारू पशुओं का पोषण किस प्रकार करते हैं। उनके आहार की विशिष्टताओं का वर्णन कीजिए।
16. रोगी गाय अथवा भैंस के लक्षण बताइए।
17. आपको उगाने के लिए कुछ बीज दिए गए हैं। इन्हें उगाने के समय आप किन-किन घटकों का ध्यान रखेंगे?
18. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए:
    (i) छंटाई
    (ii) मधुछत्ता
    (iii) कुक्कुट पक्षियों को आहार प्रदान करना
    (iv) प्रतिरोपण।
19. अण्डें की गुणवत्ता जाँचने के उपाय बताइए।
20. मत्स्य पालन किस प्रकार करते हैं?
21. मौन पालन क्या है? मधुमक्खियों को पालने के लिए कौन से चरण आवश्यक हैं?